COMANDO DA AERONÁUTICA

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

RELATÓRIO FINAL
A-173/CENIPA/2018

OCORRÊNCIA:	**ACIDENTE**
AERONAVE:	**PT-FPS**
MODELO:	**AW109SP**
DATA:	**24NOV2018**

Este relatório substitui o RF A-173/CENIPA/2018, de 3 de novembro de 2022, anteriormente publicado no site do CENIPA

ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-FPS, modelo AW109SP, ocorrido em 24NOV2018, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante a realização de voo privado, com dois tripulantes e quatro passageiros, partindo do Heliponto Cristália (SJOQ), Itapira, SP, com destino a um local não registrado, em Campos do Jordão, SP, a aeronave colidiu contra o terreno, próximo ao Pico do Itapeva.

A aeronave ficou destruída.

Os dois tripulantes e os quatro passageiros faleceram.

Houve a designação de Representante Acreditado da *Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo* (ANSV) - Itália, Estado de projeto/fabricação da aeronave, do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de fabricação de componentes do motor e do *Transportation Safety Board* (TSB) - Canadá, Estado de fabricação do motor.

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS 5

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS. 7

1.1. Histórico do voo. 7
1.2. Lesões às pessoas. 7
1.3. Danos à aeronave. 7
1.4. Outros danos. 7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido. 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. 13
1.6. Informações acerca da aeronave. 13
1.7. Informações meteorológicas. 14
1.8. Auxílios à navegação. 16
1.9. Comunicações. 17
1.10. Informações acerca do aeródromo. 17
1.11. Gravadores de voo. 17
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços. 18
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas. 19
1.13.1. Aspectos médicos. 19
1.13.2. Informações ergonômicas. 20
1.13.3. Aspectos Psicológicos. 20
1.14. Informações acerca de fogo. 21
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave. 21
1.16. Exames, testes e pesquisas. 21
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento. 22
1.18. Informações operacionais. 26
1.19. Informações adicionais. 35
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação. 36

2. ANÁLISE. 36

3. CONCLUSÕES. 39

3.1. Fatos. 39
3.2. Fatores contribuintes. 40

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA 41

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS. 42

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ACC	*Area Control Center* - centro de controle de área
ACC-BS	Centro de Controle de Área de Brasília
ACC-CW	Centro de Controle de Área de Curitiba
ADI	*Attitude Director Indication* - diretor de indicação de atitude
AFCS	*Automatic Flight Control System*- sistema automático de controle de voo
ALTA	*Flight Director Altitude Acquire* - acoplamento de altitude do diretor de voo
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANSV	*Agenzia Nazionale per la Sicurezza del Volo* - Itália
APP-SP	Controle de Aproximação de São Paulo
ATS	*Air Traffic Services* - serviços de tráfego aéreo
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIRCEA	Circular do Controle do Espaço Aéreo
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CRM	*Crew Resource Management* - gerenciamento de recursos de tripulação
CVR	*Cockpit Voice Recorder* - gravador de voz da cabine
DAU	*Data Acquisition Unit* - unidade de aquisição de dados
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DCU	*Data Collection Unit* - unidade coletora de dados
EFIS	*Electronic Flight Instrument System* - sistema eletrônico de instrumentos de voo
ELT	*Emergency Locator Transmitter* - transmissor de localização de emergência
FAA	*Federal Aviation Administration*
FDR	*Flight Data Recorder* - gravador de dados de voo
FIR-BS	Região de Informação de Voo de Brasília
FIR-CW	Região de Informação de Voo de Curitiba
FMS	*Flight Management System* - sistema de gerenciamento de voo
FPL	*Filed Flight Plan* - plano de voo apresentado
GPS	*Global Positioning System* - sistema de posicionamento global
HMLT	Habilitação de Classe Helicóptero Multimotor
HSI	*Horizontal Situation Indicator*- indicador de situação horizontal
IAS	*Indicated Airspeed* - velocidade indicada
IDS	*Integrated Display System* - sistema integrado de mostrador

IDU	*Integrated Display Unit* - mostradores integrados de dados
IFR	*Instrument Flight Rules* - regras de voo por instrumentos
IFRH	Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero
IMC	*Instrument Meteorological Conditions* - condições de voo por instrumentos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IS	Instrução Suplementar
METAR	*Meteorological Aerodrome Report* - reporte meteorológico de aeródromo
NOTAM	*Notice to Airman* - informações aos aeronavegantes
NR	*Rotor Speed* - rotação do rotor
NTSB	*National Transportation Safety Board*
NVM	*Non Volatile Memories* - memória não volátil
PCH	Licença de Piloto Comercial – Helicóptero
PIC	*Pilot in Command* - Piloto em Comando
PLH	Licença de Piloto de Linha Aérea – Helicóptero
PPH	Licença de Piloto Privado – Helicóptero
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RDM	Requisito de Diferenças Master
SBGW	Designativo de localidade - Aeródromo de Guaratinguetá, SP
SBSJ	Designativo de localidade - Aeródromo Professor Urbano Ernesto Stumpf, São José dos Campos, SP
SBTA	Designativo de localidade - Base de Aviação de Taubaté, SP
SDAM	Designativo de localidade - Aeródromo de Amarais, Campinas, SP
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIC	*Second in Command* - segundo em comando
SJOQ	Designativo de localidade - Heliponto Cristália, Itapira, SP
TAWS	*Terrain Awareness Warning System* - sistema de reconhecimento e alerta de terreno
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
TSB	*Transportation Safety Board* - Canadá
UTC	*Universal Time Coordinated* - Tempo Universal Coordenado
VFR	*Visual Flight Rules* - regras de voo visual
VMC	*Visual Meteorological Conditions* - condições de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	**Modelo:** AW109SP **Matrícula:** PT-FPS **Fabricante:** Agusta	**Operador:** Cristália Prod. Quim. Farmacêuticos Ltda.
Ocorrência	**Data/hora:** 24NOV2018 - 12:50 (UTC) **Local:** Pico do Itapeva **Lat.** 22°45'20"S **Long.** 045°31'42"W **Município - UF:** Campos do Jordão - SP	**Tipo(s):** [LOC-I] Perda de controle em voo. **Subtipo(s):** NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliponto Cristália (SJOQ), Itapira, SP, com destino a um local não registrado em Campos do Jordão, SP, a fim de transportar pessoal, com dois pilotos e quatro passageiros a bordo.

A aeronave teve o *Emergency Locator Transmitter* (ELT - transmissor localizador de emergência) acionado e não chegou ao destino no horário previsto.

Após as buscas pela equipe de resgate, o helicóptero foi encontrado próximo ao Pico do Itapeva, em Campos do Jordão, SP.

A aeronave ficou destruída.

Os dois tripulantes e os quatro passageiros sofreram lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

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	1.169:00	1.400:00
Totais, nos últimos 30 dias	05:54	01:25
Totais, nas últimas 24 horas	00:00	00:00
Neste tipo de aeronave	14:13	53:46
Neste tipo, nos últimos 30 dias	00:00	01:25
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00	00:00

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio de verificação dos registros lançados na Caderneta Individual de Voo (CIV), na CIV digital e no diário de bordo da aeronave acidentada. As CIV dos dois tripulantes estavam desatualizadas.

Dessa forma, as horas de voo contabilizadas foram as que possuíam registro, conforme previsto na regulamentação.

As funções a bordo da aeronave foram informadas pelo operador. Devido às condições dos destroços, não foi possível determinar a posição dos tripulantes na cabine da aeronave desta ocorrência.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicópteros (PPH) na Escola de Aviação *Skyline*, Campinas, SP, em 2001.

De acordo com os registros da ANAC, o Segundo em Comando (SIC) adquiriu a sua primeira licença de PPH em 04DEZ2000.

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

O PIC possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero (PLH) e estava com as habilitações de Helicóptero Multimotor (HMLT) e Voo por Instrumentos - Helicópteros (IFRH) válidas.

Anteriormente, ele possuía a habilitação A19S, necessária para a operação das aeronaves modelos A109E, A109S e AW109SP, quando estas eram consideradas aeronaves “tipo” e exigia-se habilitação específica.

Não foi encontrado, na CIV do PIC, um endosso para o modelo AW109SP, após a troca da habilitação A19S para HMLT, conforme a regra de transição prevista na Instrução Suplementar (IS) 61-006, entre as datas de publicação das versões A (de 20ABR2016) até a versão D (vigente à época do acidente).

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Helicóptero Multimotor (HMLT) e Voo por Instrumentos - Helicópteros (IFRH) válidas.

Ele recebeu o endosso para o modelo AW109SP em 10FEV2017 e fez o exame de proficiência em 31MAR2017.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Para que pudesse ser analisada a qualificação dos pilotos, houve a necessidade de revisar os regulamentos vigentes de 2014 a 2018, anos que constavam lançamentos de registros de voo pelos pilotos quando operavam aeronave modelo AW109SP.

De acordo com o levantamento, até 22ABR2016, estava vigente a emenda nº 05 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 61 (RBAC 61), a qual definia que todo helicóptero era considerado aeronave “tipo”, exigindo uma habilitação específica.

A Instrução Suplementar nº 61-004 (IS 61-004), revisão F, vigente até 22ABR2016; a qual estabelecia as listas de habilitações que eram averbadas às licenças; estabelecia a habilitação de tipo A19S para pilotos que operavam aeronaves modelos A109E, A109S e AW109SP.

A referida IS determinava um treinamento de diferenças para transição entre as variantes ou modelos de um mesmo tipo de aeronave, conforme item 5.3.4 (Figura 1).

O item 4.1.6, da mesma IS, definia o que seria um treinamento de diferenças, estabelecendo, no final do treinamento, a realização de um exame de verificação de proficiência.

5.3.4 Nas Tabelas VII a XVI, a letra "D" da coluna "OBS" (3) indica que um Treinamento de Diferenças é requerido quando transitando entre variantes ou modelos de um mesmo tipo de aeronave, que estejam em células das colunas de "AERONAVE" (2) nas diversas Tabelas.

4.1.6 Um treinamento de diferenças é aquele que inclui tempo de instrução dedicada em sala de aula, com verificação de conhecimentos teóricos, podendo também incluir tempo de instrução em voo, com a respectiva verificação de proficiência, de acordo com o relatório de avaliação operacional do Grupo de Avaliação de Aeronaves da ANAC designado ou com o relatório de avaliação operacional da autoridade de aviação civil responsável pela certificação de tipo da aeronave.

Tabela XIV – Habilitação de Tipo (Helicóptero) – Operação *Multi Engine* (Motores Turboeixo)

FABRICANTE (1)	AERONAVE (2)		OBS (3)	DESIGNATIVO (4)
	MODELO	NOME		ANAC
Agusta	[illegible]	[illegible]		
	A 109 E	Power	D	A19S
	A 109 S	Grand		
	AW 109 SP	Grand New		

Figura 1 - Texto extraído da IS 61-004, revisão F. Houve alterações entre 2014 e 2016 que não afetaram as regras para o A109E, A109S e AW109SP.

O Relatório de Avaliação Operacional, de 2012, da aeronave Agusta 109, vigente em 2014 e 2015, orientava os pilotos já detentores de habilitação de tipo sobre a necessidade dos treinamentos de diferenças para transacionar da aeronave modelos A109E ou A109S para a aeronave modelo A109SP (Figura 2).

TREINAMENTO		TREINAMENTOS DE DIFERENÇAS		
VARIANTES		A 109E ⇒ A 109S	A 109E ⇒ A 109SP	A 109S ⇒ A 109SP
VFR	Treinamento Teórico (incluindo o exame)	14h	24h	14h
	Treinador Sintético	–	3h	2h
	Simulador de Voo	–	–	–
	Helicóptero	2h	4h	2h
	Voo de Verificação de Proficiência	parcial	Parcial	parcial
IFR	Treinador Sintético	–	4h	4h
	Simulador de Voo	–	–	–
	Helicóptero	1h	4h	4h
	Voo de Verificação de Proficiência	Não Requerido	Não Requerido	Não Requerido

Figura 2 - Figura extraída do Relatório de Avaliação Operacional da Aeronave Agusta 109, emitida pela ANAC em 2012.

A partir de 23ABR2016, entrou em vigor a emenda 06 do RBAC 61, tornando as aeronaves modelos A109E, A109S e AW109SP aeronaves classe, requerendo a habilitação HMLT.

Na época da transição da habilitação de "tipo" para habilitação de "classe", havia uma preocupação sobre o impacto dessa mudança no ambiente operacional dos helicópteros, que sempre foram considerados aeronaves "tipo".

Essa preocupação constava na ata da Reunião Deliberativa da ANAC, de 18MAR2016, que aprovou a emenda 06 do RBAC 61, onde ficou registrada a seguinte determinação:

> Na oportunidade, a Diretoria determinou que a Superintendência de Padrões Operacionais - SPO realize nos próximos 4 anos monitoramento das alterações implementadas pela presente emenda no que diz respeito à nova definição de aeronave tipo observando, especialmente, a categoria de helicópteros que migraram para habilitação de classe, apresentando anualmente relatório de segurança operacional à Diretoria.

A publicação da emenda 06 do RBAC 61 significou, essencialmente, duas grandes novidades, ambas baseadas na regulamentação da *Federal Aviation Administration* (FAA) nº 14 CFR Part 61:

- <u>novos parâmetros para aeronaves requererem habilitações de classe ou tipo</u> - regra geral: as que tivessem PMD < 12.500 lbs, operassem *single pilot* e não fossem turbojato/turbofan seriam classificadas como “classe” (inclusive helicópteros); enquanto as aeronaves com PMD > 12.500 lbs, operassem *multicrew* e fossem turbojato/turbofan seriam classificadas como “tipo”; e
- <u>a instituição dos endossos</u> (os *endorsements* da FAA), que seriam avaliações realizadas por outro piloto (um instrutor de voo, um Piloto Comercial ou Piloto de Linha Aérea).

Assim, em 23ABR2016, entrou em vigor a IS 61-004, revisão G, com a nova lista de habilitações, dentre elas, a habilitação de HMLT. Na mesma data, entrou em vigor a IS 61-006, revisão A, estabelecendo os procedimentos para o lançamento de endossos nos registros de voos de pilotos, o que foi uma novidade para a época.

Na referida IS, constava o endosso específico para as variantes ou modelos A109E, A109S e A109SP (Figura 3 Figura 4).

Intencionalmente em branco

B6. EXEMPLOS:

- Determinado piloto já possuía, antes do dia 22/04/2016, a habilitação de tipo A109, com a qual voava aeronave do modelo A 109 A.

- Conforme o previsto no item B5.2.4 deste Apêndice, podemos afirmar que ele já se encontra endossado para todos os modelos da célula correspondente ao A 109 A, indicados

CLASSE HELICÓPTEROS MULTIMOTORES					
(1) FABRICANTE	(2) MODELO	(3) DESIGNATIVOS PARA FINS DO EXAME PREVISTO EM 61.199(b)(2)	(4) INSTRUÇÃO REQUERIDA PARA O ENDOSSO	(5) QUALIFICAÇÃO MÍNIMA DO PILOTO ENDOSSANTE	(6) OBSERVAÇÕES ADICIONAIS
Agusta	A 109 A A 109 A II A 109 C	A109	A critério.	PCH	
	A 109 K2		A critério.	PCH	
	A 109 E	A19S	A critério.	PCH	
	A 109 S		A critério.	PCH	
	AW 109 SP		A critério.	PCH	

abaixo:

- Caso este piloto pretenda voar um modelo A 109 A II ou A 109 C, ele não terá de realizar qualquer procedimento adicional, uma vez que este modelo se encontra na célula para a qual ele já se encontra endossado.

- Suponhamos agora que este mesmo piloto pretenda passar a voar uma aeronave do modelo A 109 K2:

CLASSE HELICÓPTEROS MULTIMOTORES					
(1) FABRICANTE	(2) MODELO	(3) DESIGNATIVOS PARA FINS DO EXAME PREVISTO EM 61.199(b)(2)	(4) INSTRUÇÃO REQUERIDA PARA O ENDOSSO	(5) QUALIFICAÇÃO MÍNIMA DO PILOTO ENDOSSANTE	(6) OBSERVAÇÕES ADICIONAIS
Agusta	A 109 A A 109 A II A 109 C	A109	A critério.	PCH	
	A 109 K2		A critério.	PCH	
	A 109 E	A19S	A critério.	PCH	
	A 109 S		A critério.	PCH	
	AW 109 SP		A critério.	PCH	

Figura 3 - Exemplo contido na IS 61-006 - revisão A - apêndice B.

22/04/2016 IS nº 61-006 Revisão A

- Nesse caso, o modelo desejado se encontra em célula diferente dos modelos para os quais o piloto já é endossado. Conforme prevê o item B5.2.2 deste Apêndice, o piloto precisará por isso obter o endosso para esse modelo, antes que possa atuar como piloto em comando.

- Como o designativo de tipo da coluna 3 é o mesmo dos modelos para os quais o piloto já possuía endosso ("A109"), não há necessidade de realizar exame de proficiência, conforme esclarece o item B5.3.3 deste Apêndice. Após receber o endosso ele já estará apto a voar.

- Por fim, suponhamos que esse piloto agora pretenda voar uma aeronave de modelo **A 109 E**:

CLASSE HELICÓPTEROS MULTIMOTORES					
(1) FABRICANTE	(2) MODELO	(3) DESIGNATIVOS PARA FINS DO EXAME PREVISTO EM 61.199(b)(2)	(4) INSTRUÇÃO REQUERIDA PARA O ENDOSSO	(5) QUALIFICAÇÃO MÍNIMA DO PILOTO ENDOSSANTE	(6) OBSERVAÇÕES ADICIONAIS
Agusta	A 109 A A 109 A II A 109 C	A109	A critério.	PCH	
	A 109 K2		A critério.	PCH	
	A 109 E	A19S	A critério.	PCH	
	A 109 S		A critério.	PCH	
	AW 109 SP		A critério.	PCH	

- Da mesma forma que no caso anterior, aqui o piloto precisará obter um endosso para o modelo, já que ele se encontra em uma célula diferente da Coluna 2.

- No entanto, note que agora a transição implica também em mudança do designativo de tipo previsto na Coluna 3, de modo que após o endosso ele terá de ser aprovado em exame de proficiência por INSPAC ou Examinador Credenciado, conforme prevê o parágrafo 61.199(b)(2) do RBAC 61 e detalha o item B5.3.2 deste Apêndice.

Figura 4 - Continuação do exemplo contido na IS 61-006 - revisão A - apêndice B.

Os pilotos que possuíam a habilitação de tipo A19S estavam sujeitos a regras de transição, com a preservação dos seus direitos, conforme descrito abaixo:

> 7. REGRAS DE TRANSIÇÃO
>
> 7.1 Nos casos em que um novo endosso passou a ser requerido pela Emenda 06 ao RBAC 61, mas não era exigido pelo texto da Emenda 05 daquele regulamento, esta Instrução Suplementar estabelecerá regras de transição, a fim de preservar o direito adquirido dos pilotos que já operavam regularmente sob as regras anteriores.
>
> 7.2 As regras de transição serão detalhadas caso a caso para cada endosso previsto no corpo da presente IS. Os endossos que não possuírem esse detalhamento não possuem regra de transição, e são considerados requeridos já na data da publicação desta IS.

O Relatório de Avaliação Operacional também sofreu alterações, sendo o último, revisão 2, publicado em 23ABR2016, com as seguintes orientações (Figura 5).

TREINAMENTO		SEM EXPERIÊNCIA PRÉVIA EM OPERAÇÃO DE HELICÓPTERO MULTIMOTOR A TURBINA				EXPERIÊNCIA DEMONSTRADA EM OPERAÇÃO DE HELICÓPTERO MULTIMOTOR A TURBINA			
MODELO REQUERIDO		A 109E		A 109S	A 109SP	A 109E		A 109S	A 109SP
		Helicóptero	Simulador			Helicóptero	Simulador		
VFR	Treinamento Teórico (incluindo o exame)	34h	34h	34h	48h	34h	34h	34h	48h
	Treinador Sintético	–	–	–	4h	–	–	–	2h
	Simulador de Voo	–	8h	–	–	–	4h	–	–
	Helicóptero	8h	2h	8h	8h	4h	2h	4h	5h
	Voo de Verificação de Proficiência	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Sim
IFR (caso aplicável)	Treinador Sintético	–	–	–	4h	–	–	–	4h
	Simulador de Voo	–	8h	–	–	–	6h	–	–
	Helicóptero	6h	2h	6h	6h	4h	–	4h	4h
	Voo de Verificação de Proficiência	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Sim

Figura 5 - Figura extraída do Relatório de Avaliação Operacional da Aeronave *Agusta* 109 - revisão 02, emitida pela ANAC.

Com os esclarecimentos das regulamentações vigentes até a data do acidente, pôde-se verificar as qualificações dos tripulantes:

Piloto em Comando (PIC)

Estavam registradas na CIV digital do PIC as seguintes marcas de aeronaves que necessitavam da habilitação de tipo A109S (posteriormente habilitação HMLT): PP-AGT, PP-NNP, PR-YLO e PP-CRM (todas modelo A109E); PR-EDG e PT-LIA (ambas modelo A109S); PP-AGN e PT-FPS (ambas modelo AW109SP).

Com relação às aeronaves modelo AW109SP, foram encontrados, nos registros da CIV digital do piloto, quatro voos em 2014 na aeronave de marcas PP-AGN, sendo solicitado pelo próprio piloto suas exclusões por erro de lançamento. Também foi encontrado registrado na CIV digital, em 2015, um voo de instrução de 1 hora na mesma aeronave. Todos os voos constavam como sendo de instrução revisória na aeronave modelo AW109SP, com um total de 4 horas e 39 minutos de voo, sendo 2 horas e 27 minutos sob *Instrument Flight Rules* (IFR - regras de voo por instrumentos).

Nos dois livros do diário de bordo da aeronave PT-FPS constava o registro de um total de 9 horas e 34 minutos, todas elas na função de Segundo em Comando. Não constava nenhum registro de horas voadas na aeronave PT-FPS em condições IFR.

O total de horas voadas nas aeronaves modelo AW109SP (PP-AGN e PT-FPS) foi de 14 horas e 13 minutos. Na CIV digital, constavam instrução e exame de proficiência nas aeronaves modelos A109E e A109S.

Não foi encontrado nos registros do PIC e nos registros da ANAC exame de proficiência em aeronaves AW109SP.

Dessa forma, de acordo com as regras de transição, ao migrar para a habilitação HMLT, o PIC estaria habilitado a operar as aeronaves modelos A109E e A109S. Para se qualificar na aeronave modelo AW109SP, o piloto estaria sujeito às regras de endosso estabelecidas pela IS 61-006.

Não foi encontrado, em todos os registros de posse da Comissão de Investigação, o endosso para o modelo específico de aeronave classe, modelo AW109SP. Também não foi encontrado, em qualquer dos registros do piloto, treinamento teórico, treinamento sintético ou simulador na aeronave.

Ressalta-se que, sem endosso e sem exame de proficiência, o piloto não estaria qualificado para operar qualquer aeronave modelo AW109SP na função de PIC, exceto em instrução.

Dessa forma, verificou-se que o PIC não estava qualificado e não possuía experiência na aeronave para realização do voo.

Segundo em Comando (SIC)

O SIC iniciou sua carreira e possuía experiência em aeronaves de asa fixa. Em 2018, executou, paralelamente, voos com aeronaves de asa fixa e asas rotativas.

Recebeu o endosso para a aeronave modelo AW109SP em 10FEV2017 e fez o voo de verificação de proficiência em 31MAR2017 para revalidação das habilitações de HMLT e IFRH.

A ausência de detalhamento, na IS 61-006, da instrução requerida para o endosso, a qual deixava a critério do piloto endossante, fez com que as instruções recebidas pelo SIC não gerassem registros comprobatórios (fichas de voos, provas etc.) que pudessem ser fiscalizados pela ANAC e analisados pela Comissão de Investigação, impossibilitando verificar, assim, a qualidade da instrução recebida pelo endossado.

Em 11NOV2018, ele realizou o treinamento teórico e prático em simulador, conforme certificado emitido pela *Leonardo Helicopters*, perfazendo 6 horas de treinamento simulado, revalidando a habilitação de IFRH.

Nos dois livros de diário de bordo da aeronave PT-FPS, constavam o registro de um total de 53 horas e 46 minutos. Desse total, 2 horas e 10 minutos foram voados na aeronave PT-FPS em condições IFR.

O SIC era qualificado para o voo e possuía experiência recente na aeronave.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave AW109SP, de número de série 22358, foi fabricada pela *Agusta Westland*, em 2016, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo “50 horas”, foi realizada em 25OUT2018 pela organização de manutenção Helipark Táxi Aéreo e Manutenção Aeronáutica Ltda., em Carapicuíba, SP, estando com 5 horas e 22 minutos voados após a inspeção.

A aeronave era equipada com *Terrain Awareness and Warning System* (TAWS - sistema de reconhecimento e alerta de terreno) que utilizava um banco de dados para alertar o piloto sobre terrenos perigosos ou obstruções à frente da aeronave.

1.7. Informações meteorológicas.

A Comissão de Investigação utilizou dados da estação meteorológica de Campos do Jordão, SP, devido à sua proximidade geográfica com o local da ocorrência. A estação era gerenciada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A Figura 6 indica a distância aproximada entre a estação do INMET e o local do impacto (7 km) e a diferença de elevação entre ambas (198 m / 649 ft).

Figura 6 - Distância entre o INMET e o local da ocorrência.

Foram coletadas as seguintes informações sobre a Estação do INMET (OMM:83714) de Campos do Jordão, SP:

Temp. Bulbo Seco	14.4°C
Temp. Bulbo Úmido	14.0°C
Umidade Relativa	96%

Figura 7 - Dados utilizados para o cálculo. Fonte: BDMEP - INMET.

Por meio da Umidade Relativa (UR) e da Temperatura de Bulbo Seco (T), foi possível calcular a Temperatura do Ponto de Orvalho (Td) e, por consequência, obter a altura estimada da base das nuvens sobre a estação do INMET, obtendo-se o resultado de 246 ft para a base da camada de nuvens.

Além disso, as imagens do RADAR meteorológico revelaram as condições de precipitação às 12h40min e 12h50min (UTC).

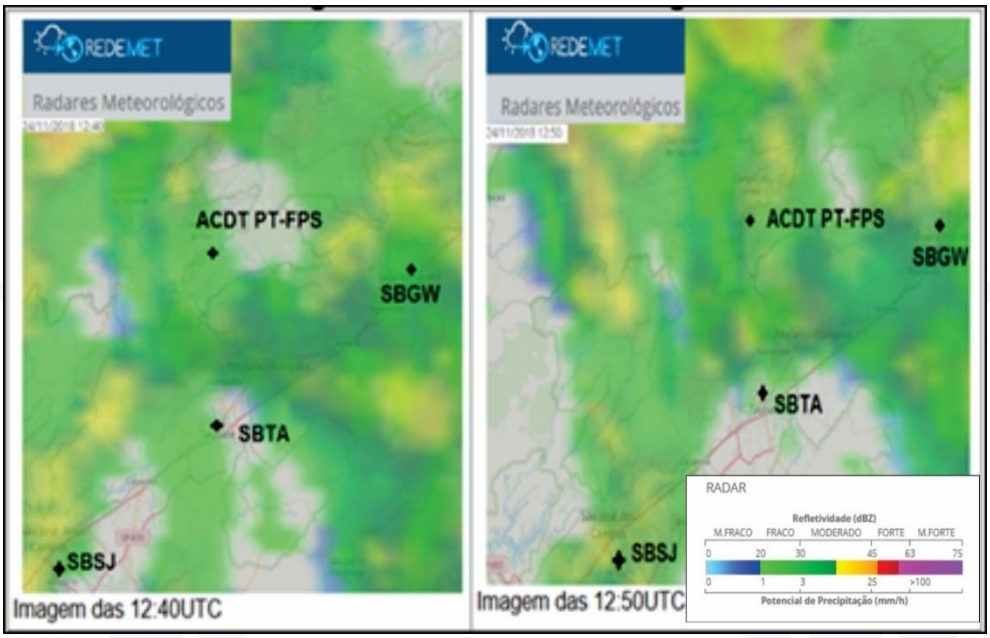

Figura 8 - Imagens do RADAR meteorológico.

De acordo com as imagens, a região do acidente possuía refletividade de fraca a moderada e um potencial de precipitação de 1 a 3 mm/h, aproximadamente, no momento da ocorrência.

Os *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - Reporte Meteorológico de Aeródromo) dos Aeródromos de São José dos Campos (SBSJ), Taubaté (SBTA) e Guaratinguetá (SBGW) traziam as seguintes informações:

> METAR SBSJ 241200Z 06004KT 4000 -RA BR SCT009 SCT020 BKN080 21/20 Q1015=
>
> METAR SBSJ 241300Z 06006KT 3500 -DZ BR SCT010 BKN020 BKN080 22/20 Q1015=
>
> METAR SBTA 241200Z 05005KT 9999 -RA SCT035 OVC100 20/18 Q1014=
>
> METAR SBTA 241300Z 04009KT 9999 -RA FEW027 SCT031 BKN100 21/18 Q1014=
>
> METAR SBGW 241200Z 15003KT 3000 -RA BR SCT015 OVC080 21/19 Q1015=
>
> METAR SBGW 241300Z 09005KT 4000 -RA BR FEW008 SCT015 OVC080 22/19 Q1015=

Os METAR de SBSJ, SBTA e SBGW (os mais próximos do local da ocorrência) descreviam que havia precipitação, Chuva Leve (-RA) e Chuvisco Leve (-DZ) sobre esses aeródromos na hora do acidente. Essa informação corrobora as imagens do RADAR meteorológico.

Sobre as regras de voo para helicópteros, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-4, que tratava das Regras e Procedimentos Especiais de Tráfego Aéreo para Helicópteros, estabelecia o seguinte:

> 3.1 CRITÉRIOS GERAIS
>
> 3.1.1 Dentro de espaço aéreo controlado, 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 3000 m;
>
> b) permanecer, no mínimo, a 1500 m horizontalmente e 500 pés verticalmente de nuvens ou qualquer outra formação meteorológica de opacidade equivalente; e

c) manter referência com solo ou água, de modo que as formações meteorológicas, abaixo do nível de voo, não obstruam mais da metade da área de visão do piloto.

3.1.2 Fora do espaço aéreo controlado, acima de 3000 pés de altitude ou 1000 pés 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 3000 m;

b) permanecer, no mínimo, a 1500 m horizontalmente e 500 pés verticalmente de nuvens ou qualquer outra formação meteorológica de opacidade equivalente; e

c) manter referência com solo ou água, de modo que as formações meteorológicas, abaixo do nível de voo, não obstruam mais da metade da área de visão do piloto.

3.1.3 Fora do espaço aéreo controlado, abaixo de 3000 pés de altitude ou 1000 pés 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 1000 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

b) permanecer afastado de nuvens e manter referência com solo ou água.

Desse modo, verificou-se que, no momento da ocorrência, não havia as condições mínimas de teto e visibilidade requeridas para as operações visuais na região do acidente.

1.8. Auxílios à navegação.

Não foram encontrados registros de planos de voo da referida aeronave.

O Heliponto SJOQ encontrava-se localizado no “Setor 2” do Centro de Controle de Área de Brasília (ACC-BS), na Região de Informação de Voo de Brasília (FIR-BS), cujo espaço aéreo era classificado como espaço aéreo “Classe G” (não controlado), do solo até o nível de voo 245 (FL245) e espaço aéreo A (controlado) acima do FL245 (Figura 9).

A zona de pouso pretendida e o local do acidente (indicados como ZP e CS, respectivamente, na Figura 9) encontravam-se dentro dos limites laterais do espaço aéreo condicionado permanente SBR-417 (limites verticais: solo ao FL250), uma área restrita para voos de ensaio de aeronaves.

Figura 9 - Local de decolagem (SJOQ), Zona de Pouso Pretendido (ZP) e Local do Acidente (CS).

Durante o deslocamento entre SJOQ e a zona de pouso pretendida/local do acidente, a aeronave decolou do “Setor 1” do ACC-BS (anteriormente descrito), cruzou o

“Setor 2” deste ACC, cujo setor possuía as mesmas descrições que o “Setor 1”, e ingressou no “Setor 8” do Centro de Controle de Área de Curitiba (ACC-CW), na Região de Informação de Voo de Curitiba (FIR-CW).

Nesse setor, no entanto, de acordo com a Circular do Controle do Espaço Aéreo (CIRCEA) 100-71/2016, item 2.1.2, a prestação de *Air Traffic Services* (ATS - Serviços de Tráfego Aéreo) era exercida pelo Controle de Aproximação de São Paulo (APP-SP), por delegação do Centro de Controle de Área de Curitiba (ACC-CW), sendo que toda a suposta rota voada pela aeronave encontrava-se dentro dos limites laterais de áreas restritas sobrepostas, do solo até o ilimitado, não havendo, portanto, classificação de espaço aéreo, estando a aeronave sujeita somente ao serviço de informação de voo e alerta.

Caso a aeronave, sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual), sobrevoasse os Setores 1 e 2 da FIR-BS, nos quais o espaço aéreo era classificado como não controlado, não haveria a obrigação de apresentação de plano de voo conforme item 2.3, do Manual do comando da Aeronáutica (MCA) 100-11/2017.

Quanto ao sobrevoo do “Setor 8” do ACC-CW, uma vez que a zona de pouso pretendida/local do acidente se encontrava dentro de um espaço aéreo condicionado, classificado como restrito, independentemente da regra de voo (VFR ou IFR), para ingresso nessa área, a aeronave deveria ter se adequado à restrição determinada, salvo em caso de coordenação prévia com o responsável pela área. Além disso, ao ingressá-la, deveria ter informado ao APP-SP e se mantido na escuta do órgão.

Caso a aeronave estivesse sob Regras de Voo por Instrumentos (IFR), haveria a obrigação da apresentação de plano de voo, de acordo com o item 2.3, do MCA 100-11/2017, e deveria ter contato bilateral contínuo, conforme a ICA 100-37/2018, ANEXO A.

1.9. Comunicações.

Não foram encontrados registros de comunicação da aeronave com os órgãos de controle. De acordo com o *Notice to Airman* (NOTAM - Informações aos Aeronavegantes) F2550/2018, vigente no dia da ocorrência, a aeronave somente chamaria o ACC-BS em caso de emergência e deveria monitorar a frequência do setor correspondente do ACC-BS.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Na data do acidente, não havia requisito de homologação ou regra operacional que requeresse a instalação de *Cockpit Voice Recorder* (CVR - gravador de voz da cabine) ou de *Flight Data Recorder* (FDR - gravador de dados de voo) na aeronave modelo AW109SP.

A despeito da ausência dos gravadores, foram extraídos dados de quatro *Integrated Display Units* (IDU - mostradores integrados de dados) que faziam parte do *Electronic Flight Instrument System* (EFIS - sistema eletrônico de instrumentos de voo); do *Data Acquisition Unit* (DAU - unidade de aquisição de dados); e de duas *Data Collection Units* (DCU - unidade coletora de dados) dos motores.

A localização do impacto foi confirmada por meio dos dados extraídos do equipamento de *Global Positioning System* (GPS - sistema de posicionamento global) embarcado.

O *chip* que continha o *Integrated Display System* (IDS - sistema integrado de mostrador), *Status Log*, foi danificado e não permitiu a extração dos dados.

Devido à súbita perda de energia no barramento 28 VDC, não houve a gravação dos registros de falhas e exceções do *buffer* de memória volátil na *Non Volatile Memorie* (NVM - memória não volátil), fato que inviabilizou o registro de possíveis falhas da aeronave durante o voo final.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

A aeronave se chocou fora de aeródromo, em uma região montanhosa nas proximidades de Campos do Jordão. Os destroços estavam concentrados e não houve a presença de fogo nos componentes.

Figura 10 – Visão geral da aeronave no local da queda.

As pernas do trem de pouso da aeronave foram encontradas em posição compatível com a de “recolhidas em cima” (Figura 11).

Figura 11 - Detalhe das pernas do trem de pouso da aeronave.

A aeronave repousou com uma parcela considerável de sua seção frontal e superior da fuselagem soterrada, evidenciando uma colisão com grande ângulo e grande velocidade (Figura 12).

Figura 12 – Detalhe do soterramento da seção frontal superior, com destaque para uma das pás do rotor principal.

Conforme dados extraídos da *Data Acquisition Unit* (DAU), a proa magnética no momento do impacto era de, aproximadamente, 250°.

A inclinação estava em -70º e a aeronave penetrou o solo por cerca de 5 metros, compactando a seção dianteira.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Para o levantamento de dados dos aspectos médicos, foram pesquisados os seguintes parâmetros:

- Inspeções de Saúde, Termos de Responsabilidade e Formulários de Antecedentes Médicos dos pilotos;
- laudos necroscópicos e exames toxicológicos; e
- rotina dos pilotos nas 24 horas que antecederam o acidente.

<u>Inspeções de Saúde</u>

No que se refere ao PIC, foram verificadas as Inspeções de Saúde realizadas entre 02JUL2016 e 02JUL2018, além dos Termos de Responsabilidade e Formulário de Antecedentes Médicos. O PIC foi considerado apto para a atividade aérea, tendo como antecedentes médicos cirurgia ortopédica no joelho esquerdo e diabetes. Porém, não foi feita referência a uso de medicações para controle desta última condição.

Quanto ao SIC, foram verificadas as Inspeções de Saúde realizadas entre 19DEZ2015 e 12DEZ2017, além dos Termos de Responsabilidade e Formulário de Antecedentes Médicos. Nas três Inspeções realizadas, o SIC foi considerado apto para a

atividade aérea, tendo, como antecedentes médicos, o uso de lentes corretoras e cirurgia ortopédica realizada no joelho direito em 15DEZ2016. Foi referido antecedente de tabagismo, tendo cessado esse hábito há mais de dez anos.

Laudos Necroscópicos e Exames Toxicológicos

Foi analisado o Laudo Necroscópico do PIC, realizado em 25NOV2018, às 21h03min (local), emitido pelo Instituto Médico-Legal de São Paulo. Pela análise dos achados, tanto nos exames interno como externo, concluiu-se que todas as lesões encontradas resultaram de politraumatismo devido ao impacto da queda da aeronave.

Foi analisado o Laudo Necroscópico do SIC, realizado em 25NOV2018, às 21h07min (local), emitido pelo Instituto Médico-Legal de São Paulo. Pela análise dos achados, tanto no exame externo como interno, concluiu-se que todas as lesões encontradas foram produzidas em decorrência de politraumatismo devido ao impacto da queda da aeronave.

Foram realizados, também, exames toxicológicos e de dosagem alcoólica, com resultado de ambos sendo negativos para agentes tóxicos. Os exames toxicológicos e de dosagem alcoólica nada detectaram com relação a tais agentes.

Rotina dos pilotos nas 24 horas que antecederam o acidente

Constatou-se que nenhum dos pilotos havia cumprido etapa de voo nas vinte e quatro horas que antecederam o acidente, sendo que ambos haviam dormido cerca de oito horas, em média.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O PIC havia sido contratado, temporariamente, para substituir outro piloto da empresa que se encontrava de férias naquele período.

De acordo com as informações obtidas, ele já havia atuado profissionalmente em uma empresa no período de 2008 a 2017. Nos últimos dois anos que antecederam o acidente, realizava voos sem vínculo empregatício, quando surgiam oportunidades, mas tinha expectativa de obter um emprego fixo.

O PIC era considerado, por colegas de profissão, como um profissional habilidoso e experiente. Foi descrito como uma pessoa alegre e extrovertida, que gostava da atividade aérea.

Segundo familiares, ele havia tido uma rotina tranquila na semana anterior ao acidente, sem a realização de voos. Não houve relatos de problemas que pudessem interferir em seu desempenho profissional.

Conforme o relato de pessoas próximas ao PIC, ele havia expressado satisfação em realizar aquele voo com o SIC, o qual era seu amigo de longa data. Segundo relatos, ambos já haviam voado juntos em outra empresa.

O SIC era funcionário da empresa, havia quatro anos. Ele foi descrito por seus colegas de trabalho como um profissional focado. Era considerado uma pessoa confiante e alegre, que tinha um bom trato com as pessoas com quem trabalhava, sendo benquisto no meio aeronáutico.

Conforme o relato de familiares, não havia queixas do SIC em relação aos seus empregadores, bem como não houve relatos de problemas pessoais que pudessem interferir em seu desempenho.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Não houve sobreviventes.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Os motores da aeronave, PW207C, números de série BH0800, motor 1, e BH0802, motor 2, foram levados para a oficina da *Pratt Whitney* (PW), na cidade de Sorocaba, SP, onde foram analisados pelo pessoal da PW do Canadá e por engenheiro do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

Apesar dos danos causados pelo choque da aeronave contra o solo, foi possível desmontar diversas partes e constatar que os motores desenvolviam potência no momento do impacto.

As DCU de ambos os motores foram analisadas na sede da PW Canadá.

Da análise desses componentes, conforme relatório gerado pela PW Canadá, extraiu-se a seguinte conclusão, que segue traduzida:

> A P&WC acredita que os dados capturados pela DCU do motor BH0800 mostram apenas os eventos registrados que representam o limite máximo alcançado durante cada voo, que é a gravação padrão. Os dados capturados pela DCU do motor BH0802, durante o último voo, mostra evidências de ambos os motores operando com potência, conforme visto pelas excedências registradas. A série de falhas registradas na DCU do motor BH0802 foram relacionadas ao impacto. Os motores estavam produzindo potência antes do impacto e nenhuma indicação de falhas ou problemas nos motores foi registrada por qualquer DCU.

As informações visuais disponíveis nos *Attitude Director Indication* (ADI - diretor de indicação de atitude) e *Horizontal Situation Indicator* (HSI - indicador de situação horizontal) foram reproduzidas em uma simulação por meio de um *software* do fabricante.

Os dois monitores mostravam indicações de redução da altura em relação ao terreno, com coloração amarela e vermelha na visualização do mapa no HSI e nas mensagens sonoras e de texto correspondentes.

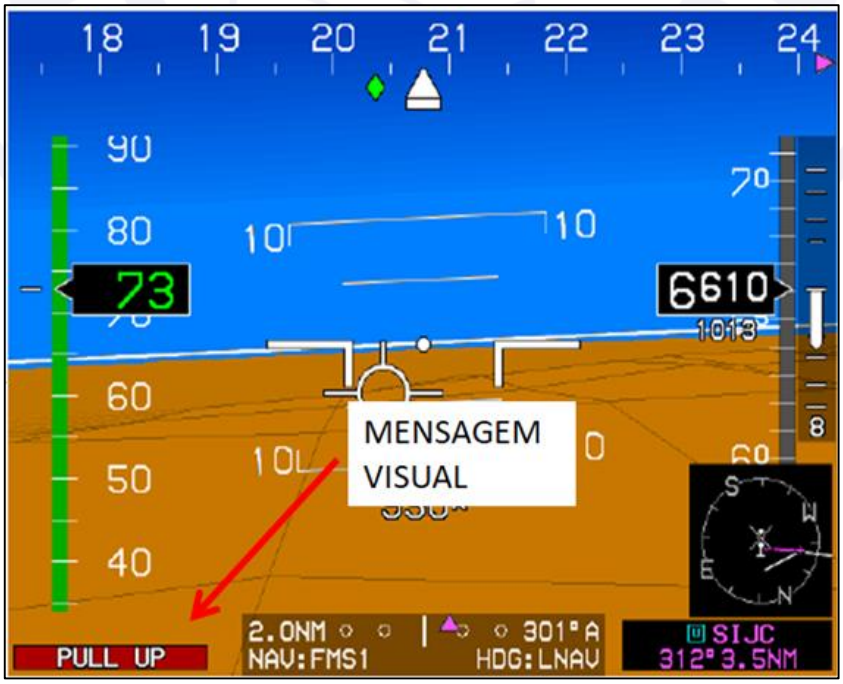

Figura 13 - Reprodução das indicações do ADI durante a descida final.

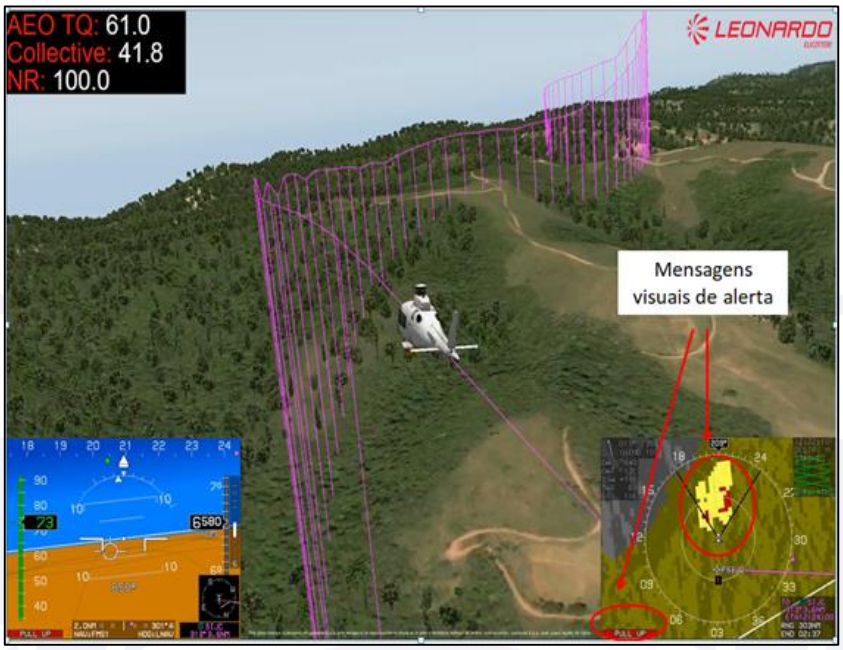

Figura 14 - Simulação da aproximação com o solo com os alertas visuais de terreno.

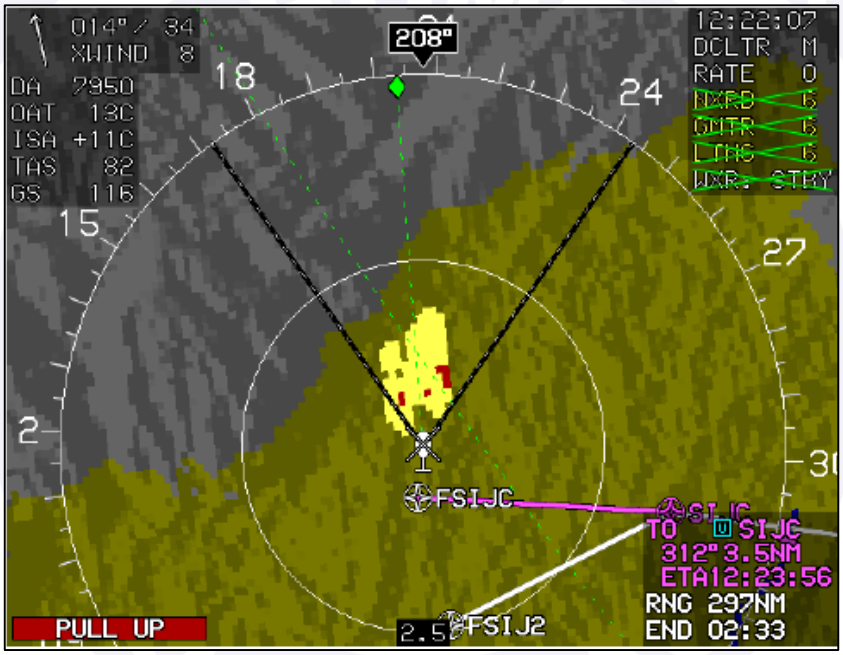

Figura 15 - Reprodução das indicações do HSI (no formato MAP) durante a descida final.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Informações acerca do gerenciamento da operação e da aeronave.

A aeronave de matrícula PT-FPS pertencia a uma empresa que não era do ramo da aviação, sendo registrada para voos privados (categoria TPP).

Na Certidão de Inteiro Teor da aeronave, emitida pelo Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB), constava que a empresa havia sido registrada como operadora da aeronave no dia 28JUL2016.

Nessa empresa, as atividades aéreas eram subordinadas a um setor chamado Apoio Administrativo. Segundo as informações obtidas, os voos eram programados com antecedência, sempre que possível, e não existia pressão no trabalho.

Conforme reportado, a empresa dava autonomia aos pilotos para decidirem sobre as condições adequadas para a realização dos voos.

Foi relatado que havia um relacionamento de respeito entre a chefia do setor e os pilotos que, inclusive, tinham reuniões periódicas para definirem questões operacionais e de manutenção das aeronaves.

O gerenciamento da escala de voos ocorria informalmente, sendo organizada pelos próprios pilotos.

De acordo com os dados obtidos, as solicitações de voo eram enviadas, antecipadamente, para a secretaria executiva da presidência que, por sua vez, encaminhava ao gerente do setor de Apoio Administrativo, por meio de mensagem eletrônica (e-mail), com cópia para os pilotos.

Em alguns casos, os diretores realizavam a solicitação diretamente aos pilotos, que formalizavam o processo posteriormente.

Havia uma política de que os voos deveriam ser executados sempre com dois pilotos a bordo, sendo essa uma medida do gerenciamento de risco adotada pela empresa.

Em virtude de tal fato, era comum que ocorressem contratações temporárias de outros pilotos, quando havia a necessidade de substituir algum tripulante indisponível por férias ou outro motivo pessoal.

Segundo as informações obtidas, os tripulantes do quadro de funcionários da empresa indicavam outros pilotos que pudessem realizar voos durante esse período de substituição.

Foi identificado que o PIC já havia realizado outros voos pela empresa, na condição de tripulante temporário.

Sobre a composição da tripulação, o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica nº 91 (RBHA 91), vigente na época da ocorrência, estabelecia os seguintes requisitos:

> 91.5 - REQUISITOS PARA TRIPULAÇÕES
>
> (a) Nenhuma pessoa pode operar uma aeronave civil registrada no Brasil, a menos que:
>
> (1) a tripulação mínima da aeronave seja aquela estabelecida pelo seu certificado de aeronavegabilidade;
>
> (2) quando o certificado de aeronavegabilidade exigir dois pilotos, um deles tenha sido designado como piloto em comando da aeronave; e
>
> (3) a operação seja conduzida por tripulantes adequadamente qualificados para a aeronave e para a função que exercem a bordo e detentores de certificado de capacidade física válidos.

Assim, com a presença de dois pilotos a bordo, mesmo em uma aeronave certificada para voos *single pilot*, caberia ao operador a definição do PIC e do SIC.

Ao piloto designado como PIC caberia a autoridade final e a responsabilidade pela operação e pela segurança do voo, conforme definição descrita no RBAC 01.

Conforme relatado durante a investigação, a empresa não tinha conhecimento que o piloto contratado não estava qualificado para operar aquele modelo de aeronave, pois o setor responsável pela contratação dos serviços temporários não verificou as qualificações necessárias do comandante.

De acordo com o que foi informado em entrevistas, a empresa investia na capacitação e na manutenção de proficiência de seus pilotos. Foi relatado que o relacionamento dos pilotos com as chefias era saudável, o que permitia abertura para propor os treinamentos necessários, os quais, geralmente, eram aprovados pela empresa.

Além dos treinamentos técnicos, os pilotos da empresa participavam, anualmente, de treinamentos de *Crew Resource Management* (CRM - gerenciamento de recursos de tripulação).

De acordo com informações levantadas, ambos os pilotos envolvidos no acidente já haviam participado de treinamentos de CRM. O último treinamento de CRM do SIC foi realizado em junho de 2018, meses antes do acidente.

Informações acerca do processo de familiarização com o AW109SP e suas diferenças.

As aeronaves modelo A109, versões A109E, A109S e AW109SP possuíam diferenças, principalmente na parte de aviônicos, sendo o painel do AW109SP totalmente no modelo *glass cockpit*.

Conforme a Avaliação Operacional emitida pela ANAC, existia um Requisito de Diferenças Master (RDM) entre as versões A109E, A109S e AW109SP, como pode ser observado na Figura 16.

		Do Helicóptero	
		A 109E	A 109S
Para o Helicóptero	A 109S	D/D/D	-
	AW 109SP	D/D/D	D/D/D

Figura 16 - Requisito de Diferenças Master (RDM) entre as aeronaves 109E, S e SP.

De acordo com o item 5, da Avaliação Operacional:

> A referência para a tripla ordenada (*Training/Checking/Currency* - D/D/D) que aparece nas células da tabela 3 é a Instrução de Aviação Civil IAC 121-1009.
>
> Os elementos responsáveis pela definição do nível “D” de diferenças foram o novo modelo de piloto automático de 4 (quatro) eixos e o novo *layout* da cabine de pilotagem adotados na variante AW109SP.
>
> Ressalta-se que as variantes A109E e A109S foram considerados helicópteros de cabine de pilotagem convencional, enquanto o AW109SP foi considerado com tecnologia *Digital Full Glass-Cockpit*.
>
> Ainda que todas as aeronaves da família A109 sejam operadas com uma habilitação de classe de helicóptero multimotor, após os treinamentos de diferenças um voo de verificação de proficiência parcial se faz necessário, na avaliação de competência para as manobras treinadas.

Segundo o trecho acima, constata-se que, para um piloto qualificado na aeronave modelo A109E se qualificar em uma aeronave modelo AW109SP, ele necessitava passar por um processo de familiarização de diferenças que incluíam *Training, Checking e Currency*.

Conforme os dados obtidos pela Comissão de Investigação, não foi possível comprovar que o PIC tenha realizado a capacitação necessária das diferenças entre as aeronaves.

Abaixo, é possível verificar as diferenças entre as versões dos painéis das aeronaves.

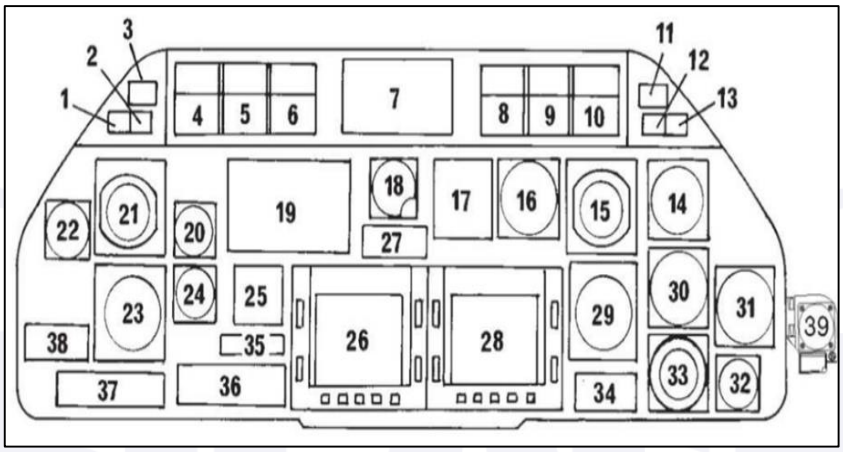

Figura 17 - Imagem do painel do A109E (retirado do *Operational Evaluation Board Report - Final Report - Revision 1 - 29 05 2013-Manufacturer*: AGUSTAWESTLAND - A109E, A109S & AW109SP).

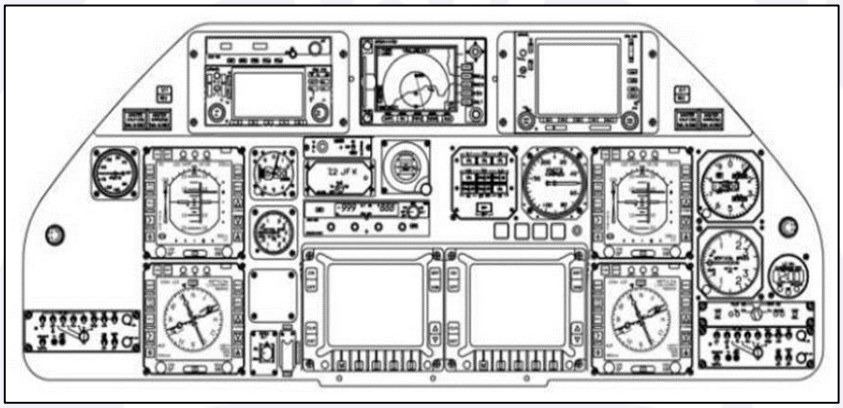

Figura 18 - Imagem do painel do A109S (retirado do *Operational Evaluation Board Report - Final Report - Revision 1 - 29 05 2013-Manufacturer*: AGUSTAWESTLAND - A109E, A109S & AW109SP).

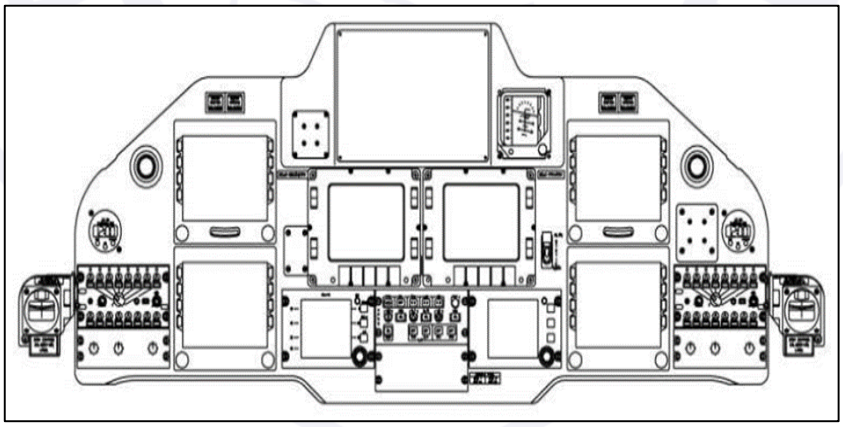

Figura 19 - Imagem do painel do AW109SP (retirado do *Operational Evaluation Board Report - Final Report - Revision 1 - 29 05 2013-Manufacturer*: AGUSTAWESTLAND - A109E, A109S & AW109SP).

Na data da ocorrência, estava vigente a IS 61-006, revisão D, que orientava sobre os endossos emitidos, os quais deveriam ser lançados na CIV dos tripulantes, após serem cumpridos os critérios estabelecidos. Também caberia ao endossado o registro na sua CIV digital conforme item 8.2 da referida IS transcrita a seguir:

8.2 Todos os endossos previstos nesta seção devem ser lançados na CIV do piloto endossado pelo piloto endossante, bem como registrados em sua própria CIV digital pelo piloto endossado.

Como cabia ao endossado o registro, a ANAC não conseguia verificar, analisar e controlar os endossos emitidos, pois as informações constantes na CIV digital não eram confiáveis, sendo necessária a verificação presencial e de posse da caderneta individual de voo em papel.

Informações acerca da rastreabilidade do processo de capacitação dos tripulantes.

A Comissão de Investigação não encontrou registros detalhados de instruções de voo, fichas de voo e provas de avaliação dos tripulantes que pudessem ser analisados.

Sabendo-se que o grau de competência de um indivíduo depende da soma de seus conhecimentos, habilidades e atitudes; não foi possível verificar a qualidade dos conhecimentos recebidos pelo SIC em suas instruções, de modo a analisar se os objetivos de capacitação do tripulante foram realmente eficientes para a aeronave modelo AW109SP.

A falta de documentação pode ter sido em consequência do regulamento vigente, a IS 61-006, revisão D, não discriminar, de forma detalhada, como as instruções teóricas e práticas deveriam ser ministradas, e quais os tipos de documentações deveriam ter sido produzidos, deixando a critério dos instrutores.

B5.4. Coluna 4

B5.4.1. A Coluna 4 indica qual a instrução requerida previamente à concessão do endosso. Se esta coluna indicar instrução "A critério", o piloto endossante deverá ministrar a instrução de solo e de voo que se mostre suficiente para que o piloto endossado seja capaz de demonstrar total conhecimento e proficiência nos seguintes aspectos:

a) Estrutura, sistemas e limitações da aeronave;

b) Procedimentos anteriores ao voo, incluindo peso e balanceamento e verificação das condições gerais de aeronavegabilidade;

c) Procedimentos normais em solo e em voo;

d) Procedimentos anormais e de emergência em solo e em voo; e

e) Procedimentos em caso de falhas de equipamentos e de motor.

Figura 20 - Trecho retirado da IS 61-006 revisão D.

Apesar de existir uma Avaliação Operacional para aeronaves modelo AW109SP disponível no site da ANAC, esta não era de cumprimento obrigatório, sendo utilizada apenas como referência.

1.18. Informações operacionais.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

Não foi possível determinar qual dos dois tripulantes estava atuando nos comandos da aeronave no momento do acidente. Segundo informações obtidas, era prática da empresa que, em voo com dois pilotos, o piloto na função de PIC atuasse como *Pilot Flying* (Piloto Voando). Tal informação foi corroborada pelos registros de voos anteriores do diário de bordo da aeronave PT-FPS, que indicavam que os tripulantes registrados no campo "Comandante" eram os que executavam a pilotagem, sendo auxiliados pelos tripulantes lançados no campo "Copiloto".

Não foi encontrado registro de plano de voo (FPL) da rota realizada pela aeronave.

Como não havia FPL e as localidades não operavam IFR, o voo deveria ser conduzido em VFR.

Em condições visuais, o ingresso em Campos do Jordão, SP, deveria ser feito com referência visual do portão da cidade, passando pelo seu interior e com curva à esquerda para pouso em um local não registrado situado em uma residência privada (Figura 21).

Figura 21 - Reprodução de um trajeto de voo VFR em Campos do Jordão, realizado pela empresa.

Durante a ação inicial de investigação, foi encontrado, nos destroços da aeronave, um compêndio de cartas com procedimentos não certificados (Figura 22).

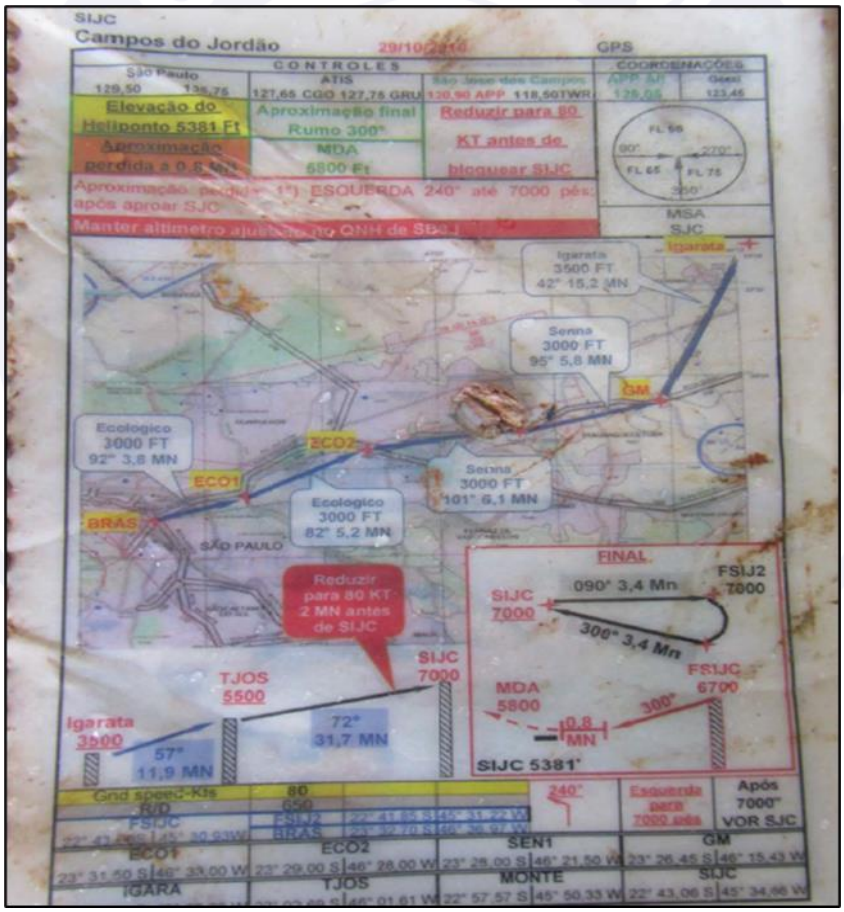

Figura 22 - Carta de Procedimento não certificado.

Um procedimento de aproximação por instrumentos consiste em uma série de manobras predeterminadas, com proteção específica contra obstáculos, até uma posição na qual se apliquem os critérios de circuito de espera ou de margem livre de obstáculos em rota.

Cabe salientar que esse tipo de procedimento deve ser elaborado por técnicos especializados e de acordo com normas internacionais de segurança.

De acordo com o operador da aeronave, as cartas com os procedimentos não pertenciam à empresa.

Ao recuperar os dados dos IDU, verificou-se que existia um plano de voo, gravado no *Flight Management System* (FMS - sistema de gerenciamento de voo) da aeronave, definido como “SDAM-SIJC”.

O plano de voo inserido coincidia com os pontos de um procedimento denominado “Campos do Jordão”, que foi encontrado no compêndio de cartas não certificadas. SDAM era o designativo do Aeródromo de Amarais e SIJC se referia, em 2010, ao Heliponto Hotel Campos do Jordão e que, na data da ocorrência, possuía o designativo de SICH.

Segundo os dados coletados dos equipamentos supramencionados, o perfil do voo partia de SDAM, prosseguia para o Heliponto da Cristália (SJOQ), sobrevoava o Heliponto Hotel Campos do Jordão (SIJC), executava uma perna de afastamento em direção ao ponto FSIJ2, executava uma curva de aproximação para o FSIJC e, logo após, aproximava para o Heliponto SIJC.

Também pelos dados retirados dos IDU, foi possível resgatar as informações acerca do último voo realizado. Verificou-se que a trajetória de voo do PT-FPS correspondia exatamente a esse procedimento, até a metade da curva de aproximação, em direção ao ponto FSIJC, quando a aeronave começou a se desviar significativamente.

Depois de passar por FSIJ2, a aeronave manteve 6.700 ft e 80 KIAS, quando saiu lentamente de uma curva à direita de 25° de inclinação para uma curva à esquerda de 11° por 8s, às 12h21min06s (UTC).

De acordo com o funcionamento do sistema da aeronave, quando o diretor de voo estava acoplado ao FMS para obter a navegação lateral, o ângulo máximo de inclinação que poderia ser comandado pelo *Automatic Flight Control System* (AFCS - sistema automático de controle de voo) do AW109SP era de 25°.

Portanto, com base nas inclinações apresentadas, é provável que, desde a decolagem de SJOQ até FSIJ2, o diretor de voo estivesse acoplado ao sistema de piloto automático da aeronave. Esse cenário é reforçado pela evolução geral da velocidade, altitude e dados da decolagem de SJOQ até o FSIJ2, que demostraram pouca ou nenhuma variação (Figura 23).

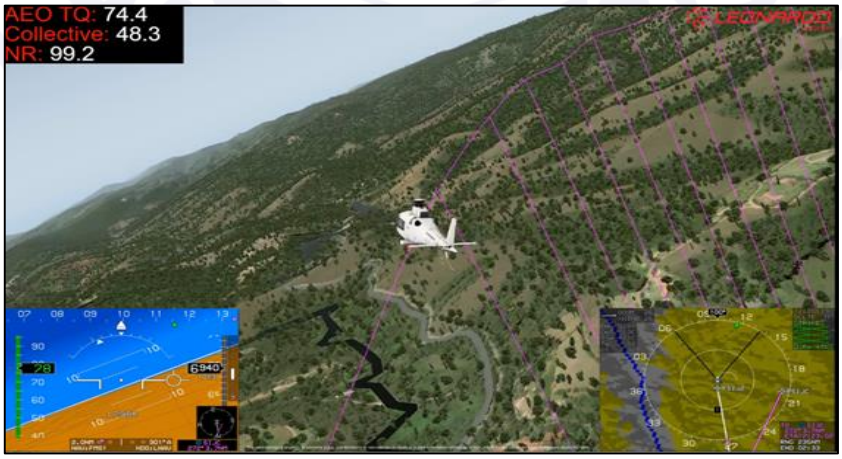

Figura 23 - Simulação da curva à direita após passar o ponto FSIJ2.

Desse ponto em diante, os parâmetros de voo mostram um caminho controlado em direção ao sul (205°/ 210° de proa magnética), embora com um perfil compatível com um

voo manual, em razão da variação de proa magnética e dos vários pequenos ajustes na atitude.

Um comando automático do FMS pôde ser desconsiderado, pois a sua taxa máxima de rolagem era de 3°/s, enquanto na curva em questão a variação média registrada estava acima de 4,5°/s. Desse modo, o comando manual da curva à direita seria a única explicação plausível.

De acordo com os dados recuperados, existe a possibilidade de ter havido uma intervenção, aparentemente manual da tripulação, para anular a orientação lateral do AFCS, durante a curva base à direita para a interceptação da aproximação final, após passar o ponto FSIJ2.

Dessa forma, o AFCS estava direcionando o helicóptero para a interceptação da próxima perna do plano de voo (FSIJC-SIJC) sem bloquear o FSIJC. No entanto, a aeronave prosseguiu para o sul com proa média de 205° a 210° e uma razão de descida de 600-700 ft/min, até que, em determinado momento, ela iniciou uma subida íngreme, juntamente com uma mudança constante de rumo à direita e, aproximadamente, 40º de *pitch angle*.

Como o plano de voo ativo no FMS continha uma “descontinuidade”, os dois pontos FSIJ2 e FSIJC não estavam conectados por um arco contínuo.

Isso pode ter ocorrido devido a uma inserção, intencional ou não, da descontinuidade, uma vez que aquele procedimento não era certificado.

Nesse caso, o AFCS, após passar o ponto FSIJ2, iria direcionar a aeronave para o ponto de interceptação mais próximo da perna FSIJC - SIJC sem sobrevoar o FSIJC, conforme Figura 24.

Figura 24 - HSI simulado com sobreposição do plano de voo no formato MAP.

Deve-se observar que, uma verificação dedicada à continuidade da abordagem FMS estava presente no *software* AW109SP RFM for EFIS versão 7.0F, que foi instalado no PT-FPS (Figura 25).

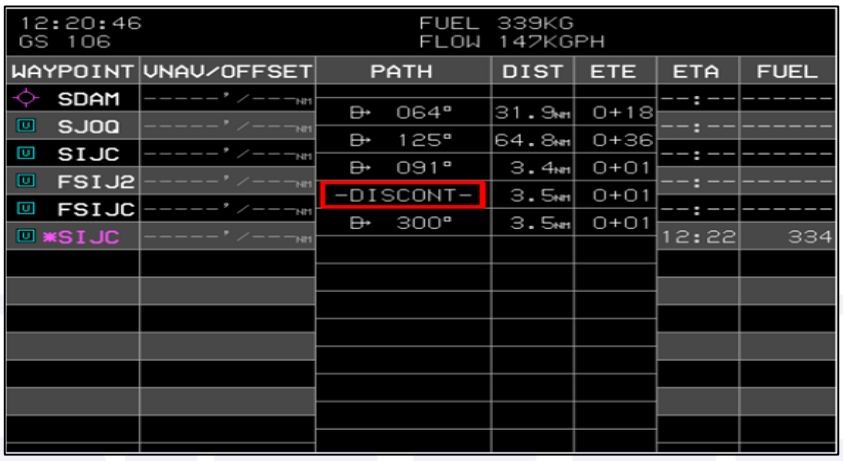

Figura 25 - Página NAV LOG a indicação - DISCONT - (caixa vermelha adicionada para maior clareza) aparece nas duas visualizações entre FSIJ2 e FSIJC.

CAUTION

Check FMS IFR procedures for continuity on MAP page or NAV LOG page after activating the procedure.
In case of discontinuites the FMS could not correctly follow the published procedure.
The pilot shall fly attentive and follow the published procedure.

CAUTION

To exit an FMS holding procedure press "CONT" softkey only when inbound holding waypoint.

Figura 26 - Extrato das limitações do AW109SP RFM - FMS na Seção 1.

Figura 27 - Simulação do desvio à esquerda, provavelmente com variação de proa manualmente.

Logo após sobrevoar o FSIJC, a partir das 12h22min02s (UTC) em diante, a aeronave manteve uma razão de descida constante de 600-700 ft/min.

Após atingir o ponto FSIJC, a aeronave deveria ter seguido para a proa 300°, em direção a SIJC, descendo a partir de 6.700 ft, de acordo com o procedimento.

Porém, a aeronave prosseguiu para o sul com proa média de 205°a 210°e uma razão de descida de 600-700 ft/min.

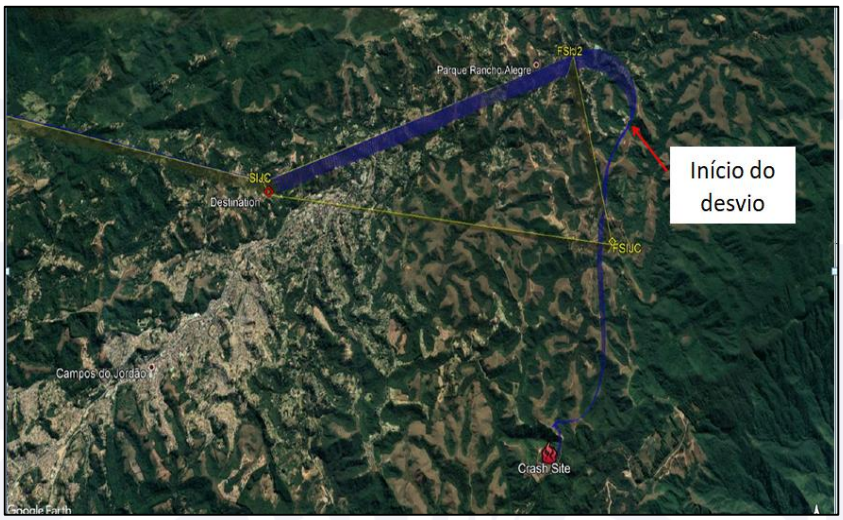

Figura 28 - Simulação do percurso com início do desvio.

Figura 29 - Reconstrução da visualização do ADI.

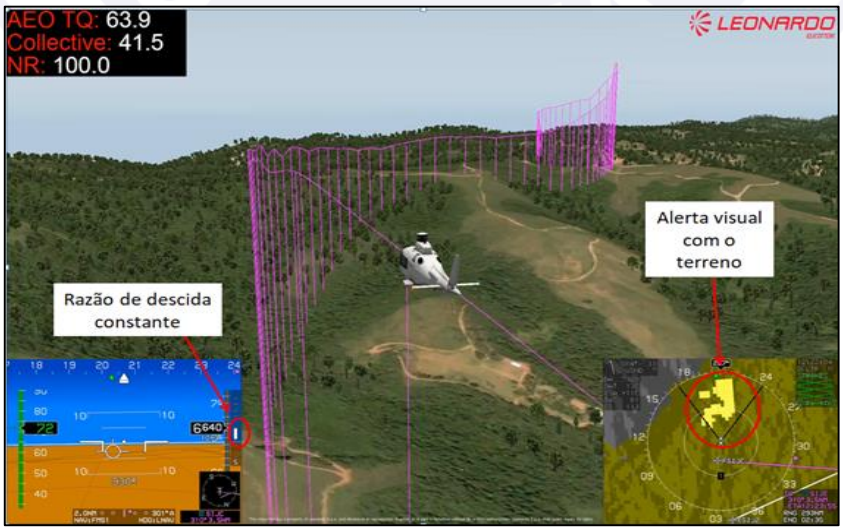

Figura 30 - Simulação da descida após FSIJC.

A partir desse ponto, a aeronave iniciou uma subida íngreme, simultaneamente a uma mudança constante de rumo em direção à direita e, aproximadamente, 40º de *pitch angle*.

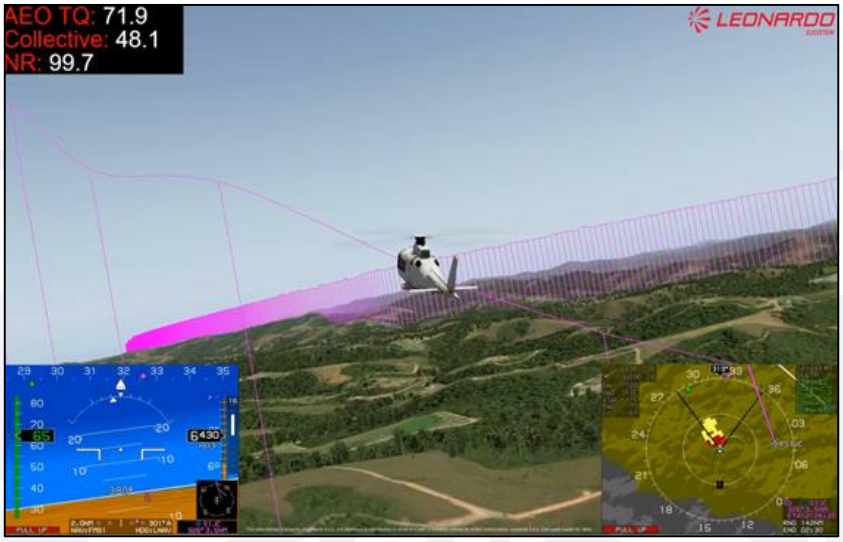

Figura 31 - Simulação da subida e redução de velocidade.

Essa mudança brusca de atitude proporcionou uma rápida redução na velocidade que foi de 80 até 0 KIAS ao se atingir a altitude máxima registrada de 6.980 ft, às 12h22min52s (UTC), sendo seguida por variações extremas de atitude da aeronave em seus três eixos.

Figura 32 - Simulação da altitude máxima atingida.

Quando o Torque (TQ) atingiu 220% e o coletivo foi aumentado, a *Rotor Speed* (NR - rotação do rotor) começou a cair abaixo de 100%, às 12h22min58s (UTC).

Isso era condizente com a ativação do *Engine Torque Limiter*, função afeta ao motor PW207C, que equipava a aeronave.

Essa função era acionada, por meio de um botão no *collective stick*, conforme previsto no item 6 dos cheques antes da decolagem, constante nos procedimentos normais do manual da aeronave (AW109SP RFM Documento nº 109G0040A018) (Figuras 33 e 34).

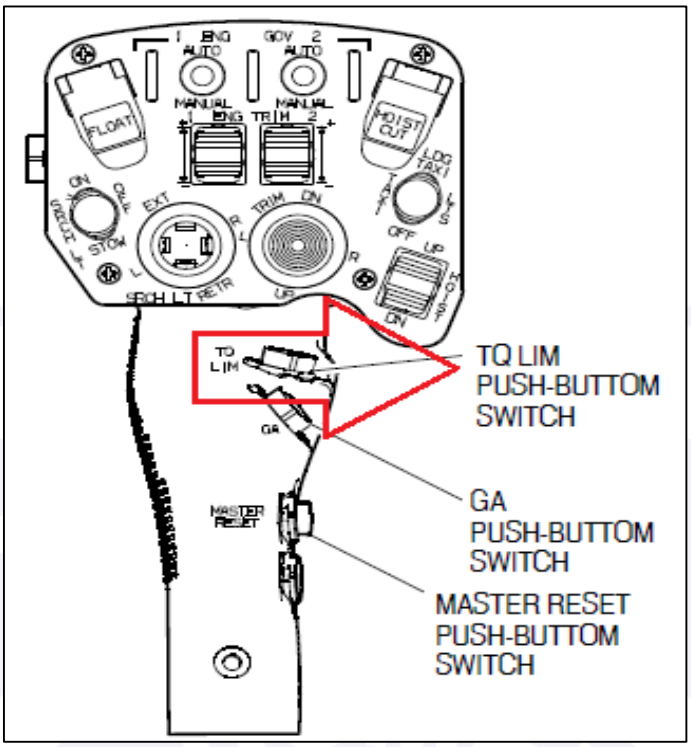

Figura 33 - *Collective Stick* AW109SP (com botão *TQ Limiter* em detalhe 10).
Fonte: adaptado da *Section 7 - System Description do* AW109SP RFM.

AW109SP RFM **Section 2**
Document N°109G0040A018 **Normal Procedures**

CAUTION

When engine torque limiter is enabled, the AEO engine total torque is limited to a combined torque value of 220%. OEI engine torque limit remains at 162%.

6. TQ LIM pushbutton : If required, push to enable TORQUE limiter function, and confirm LIMITER ON advisory message appears.

Figura 34 - *Before Take-off Checks* (Cheques antes da decolagem).
Fonte: adaptado da *Section* 2 - *Normal Procedures* do AW109SP RFM

De acordo com a Seção 1 Limitações do AW109SP RFM o *Torque Limiter* devia estar ativado quando os modos superiores do e os modos do *Flight Director* (Diretor de Voo) estiverem engajados (Figura 35).

COMPANY RESTRICTED

AW109SP RFM **Section 1**
Document N°109G0040A018 **Limitations**

GENERAL LIMITATIONS

With AFCS Upper Modes and Flight Director Modes engaged the torque limiter must be active (LIMITER ON advisory message displayed).

Figura 35 - Extrato do AW109SP RFM - AFCS Limitações na Seção 1.

Conforme análise das DCU pelo fabricante do motor, foi evidenciado que essa função estava ativa no momento do impacto.

De acordo com os dados extraídos, assim que a NR caiu abaixo de 96%, provavelmente, foi anunciada a mensagem “ROTOR LOW CAS” no painel em conjunto a um aviso sonoro.

Os dados mostram a recuperação da NR quase que imediatamente, ou seja, o piloto reagiu de imediato abaixando o coletivo de 90,5% a 55,1% em um segundo.

A seguir, na Figura 36, extraída do AW109SP RFM, verificam-se as limitações de rotação do rotor (NR).

Section 1 AW109SP RFM
Limitations Document N°109G0040A018

ROTOR LIMITATIONS (NR)

POWER-ON (AEO)

Transient 95%
Minimum 99%
Continuous Operation (except for Take-Off and Landing) ... 99 to 101%
Take-Off, Landing and below Vy ..... 101 to 102%
Maximum 102%

POWER-ON (OEI)

Transient 85%
Minimum 90%
Cautionary Range ..... 90 to 98%
Continuous Operation (except for Take-Off and Landing) ... 99 to 101%
Take-Off, Landing and below Vy ..... 101 to 102%
Maximum 102%

POWER-OFF

Transient 90%
Minimum 95%
Continuous Operation ..... 95 to 110%
Maximum 110%

Note

Transient range must not be used intentionally.

Page 1-16 11-12-09 EASA Approved

Figura 36 - Extrato do AW109SP RFM com as limitações de rotação do rotor (NR).

A NR oscilou continuamente entre 99% e 100% devido à baixa resolução dos dados.

Figura 37 - Simulação do início da perda de controle.

Após esse período, a velocidade vertical do PT-FPS diminuiu repentina e constantemente para valores negativos, até o impacto contra o terreno às 12h23min13s (UTC), com 167 kt de velocidade no solo e 10.000 ft/min de razão de descida.

Figura 38 - Simulação do impacto.

1.19. Informações adicionais.

Sobre a operação de aeronaves com cabine de pilotagem com tecnologia *Digital Full Glass-Cockpit*, o CENIPA publicou, em novembro de 2018, a tradução do Estudo de Segurança de Voo intitulado “Introdução de *displays* eletrônicos digitais em aeronaves de pequeno porte”, elaborado pelo NTSB - *National Transportation Safety Board*, em setembro de 2010, no qual constava o seguinte comentário no seu sumário executivo:

> A revisão de acidentes envolvendo aeronaves leves equipadas com *glass cockpit* descobriu que as experiências dos pilotos e o treinamento em *cockpits* convencionais não os preparam para operar com segurança os complexos e variados sistemas de *glass cockpit* que estão sendo instalados atualmente em aeronaves leves. Além disso, a falta de informações fornecidas aos pilotos sobre os sistemas de *glass cockpit* pode levá-los a entender ou interpretar mal as falhas do sistema. Como resultado, há uma necessidade de novos procedimentos e ferramentas de treinamento para garantir que os pilotos estejam adequadamente

> preparados para operar com segurança aeronaves equipadas com aviônicos *glass cockpit.*

Ainda em relação ao estudo, no item sobre "lições aprendidas anteriores", constavam os seguintes comentários:

> Um estudo feito pelo laboratório de pesquisas aeromédicas do exército dos Estados Unidos em 2001 examinou como a mudança para *glass cockpits* em aeronaves do Exército afetou as operações de segurança no mundo real. O estudo analisou taxas de acidente de quatro modelos de helicópteros com configuração de *cockpit* convencional e de *glass cockpit*.
>
> Os resultados dos estudos indicaram uma taxa significativamente mais alta de acidente para o grupo de configuração *glass cockpit*. Os autores sugeriram que os resultados forneciam motivo para preocupação e discutiram várias razões possíveis para a diferença, incluindo a possibilidade de missão simultânea e mudanças de equipamento contribuírem mais para taxas mais altas de acidente do que o formato do *cockpit*. Pesquisas subsequentes sugeriram que, embora os pilotos preferissem o formato *glass cockpit* e acreditassem que ele melhorava a segurança, achavam mais difícil aprender a usar os *displays* e manter a sua eficiência e relataram questões de carga de trabalho mais alta em aeronave com *glass cockpit* do que nas de formato convencional.
>
> A nova tecnologia reduziu, em geral, as exigências da carga de trabalho sobre a tripulação, mas, em alguns casos, as maiores reduções se deram durante tempos em que a carga de trabalho já era baixa. Além disso, as tripulações começaram a relatar que equipamentos *glass cockpit* podiam de fato aumentar a carga de trabalho durante emergências e momentos de alta exigência porque eram, muitas vezes, forçados a reconfigurar a navegação e os sistemas de gerenciamento durante o voo para modificar o planejamento ou obter informação.
>
> Relatos de pilotos e pesquisa observacional também identificaram dificuldades da tripulação ao fazer a transição para aeronaves com *glass cockpit* e, eventualmente, confusão com a operação de sistemas integrados, mesmo entre pilotos que relataram sentindo-se como compreendessem bem os seus sistemas. Mesmo antes de os *displays* eletrônicos se tornarem comuns, relatos informais de tripulações de voo, bem como descobertas provindas de investigação de acidentes, revelaram problemas potenciais se os pilotos confiassem demais em sistemas automatizados ou se não entendessem o comportamento do sistema automatizado.

Os resultados daquele Estudo sugeriram que a introdução de *glass cockpit* não resultou em uma melhoria mensurável da segurança de voo quando comparada a aeronaves similares com instrumentos convencionais. As análises identificaram a necessidade de os pilotos possuírem conhecimentos e proficiência suficientes nesses equipamentos para operar com segurança as aeronaves equipadas com aviônicos *glass cockpit*.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Nada a relatar.

2. ANÁLISE.

A aeronave AW109SP (PT-FPS) estava registrada na categoria de Serviços Aéreos Privados (TPP) e era operada por Cristália Prod. Quim. Farmacêuticos Ltda. desde 28JUL2016.

De acordo com os registros de manutenção, as cadernetas de célula e motores estavam com as escriturações atualizadas. A última inspeção da aeronave, do tipo "50 horas", foi realizada em 25OUT2018 pela organização de manutenção Helipark Táxi Aéreo e Manutenção Aeronáutica Ltda., em Carapicuíba, SP, estando com 5 horas e 22 minutos voados após a inspeção. O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

Os dados capturados pelas DCU, durante o último voo, evidenciaram que ambos os motores estavam produzindo potência antes do impacto e que nenhuma indicação de falhas ou mau funcionamento foi registrada.

As características dos destroços evidenciaram uma colisão com grande ângulo e grande velocidade.

Devido à súbita perda de energia no barramento 28 VDC, não houve a gravação dos registros de falhas e exceções do *buffer* de memória volátil na NVM.

A despeito da ausência de tal gravação, os dados de voo registrados nas IDU eram compatíveis com aqueles esperados para o funcionamento normal dos sistemas de comandos de voo.

Desse modo, não se evidenciaram quaisquer condições de falha ou mau funcionamento de sistemas e/ou de componentes da aeronave que pudessem ter afetado o seu desempenho ou o seu controle em voo.

Os METAR de SBSJ, SBTA e SBGW indicavam precipitação, chuva leve e chuvisco leve sobre esses aeródromos na hora do acidente. Da mesma forma, as imagens do RADAR meteorológico ilustraram condições de precipitação às 12h40min e 12h50min (UTC).

Com base nas informações da estação do INMET de Campos do Jordão, SP, calculou-se a base da camada de nuvens em 246 ft.

Ao reunir os dados das diversas fontes de informações meteorológicas, verificou-se que não havia as condições mínimas de teto e visibilidade requeridas para pouso e decolagem em operações sob VFR, na região e no momento do acidente.

A tripulação era composta por dois pilotos, sendo um designado pelo operador como Piloto em Comando (PIC) e outro como Segundo em Comando (SIC). Estavam a bordo quatro passageiros, totalizando seis pessoas.

Após a análise das Inspeções de Saúde de ambos os pilotos, assim como os Formulários de Antecedentes Médicos, constatou-se que ambos se apresentavam aptos para o exercício da atividade aérea, sem qualquer restrição médica imposta. Da mesma forma, os laudos dos exames toxicológicos apontaram que nenhum dos pilotos fez uso de bebidas alcoólicas nem de medicamentos ou drogas ilícitas nas horas em que antecederam o acidente.

Não foram evidenciadas questões relacionadas às rotinas e tempos de descanso, assim como eventuais questões de ordem pessoal que pudessem afetar negativamente os tripulantes.

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

A aeronave era certificada para operação com apenas um piloto, porém, conforme política de segurança adotada pelo operador, todos os voos eram realizados com dois pilotos.

O SIC era funcionário da empresa e possuía todas as licenças e habilitações necessárias para exercer a função, sendo considerado qualificado.

O PIC foi contratado, temporariamente, para substituir outro piloto para aquela operação.

As licenças, habilitações e qualificações necessárias dos tripulantes para a operação do AW109SP não foram verificadas adequadamente. De acordo com o levantamento

realizado, o operador não possuía profissional competente para analisar o currículo dos pilotos e a contratação era feita por indicação dos próprios pilotos da empresa.

De acordo com dados obtidos, o PIC não possuía o endosso necessário para operar a aeronave modelo AW109SP e, conforme IS 61-006, revisão D, ele apenas poderia operar a aeronave em instrução.

Sobre as habilitações do SIC, a Comissão de Investigação teve dificuldades para rastrear o seu processo de capacitação devido à ausência de detalhamento da instrução requerida para o endosso, na IS 61-006, de modo que as instruções recebidas pelo SIC não geraram registros comprobatórios (fichas de voos, provas etc.) que pudessem ser analisados pela Comissão de Investigação, impossibilitando verificar, assim, a qualidade da instrução recebida pelo endossado.

A falta de padronização e de critérios para uma instrução de uma aeronave de alta complexidade pode acarretar prejuízo na eficácia das avaliações dos pilotos e, consequentemente, erro nos requisitos mínimos necessários para qualificação em uma aeronave “classe”, o que pode vir a propiciar a contratação ou designação destes com deficiência nas competências mínimas necessárias, comprometendo a segurança do voo.

Não foi possível identificar a posição que os pilotos estavam ocupando na cabine de pilotagem. De acordo com o levantamento realizado, era comum que o PIC atuasse como *pilot flying*, contudo não foi possível afirmar quem estava, efetivamente, nos comandos no momento do acidente.

Cabe ressaltar que, conforme definição contida no RBAC 01, caberia ao PIC a autoridade final e a responsabilidade pela operação e segurança do voo.

Assim, ao considerar que a tripulação era composta por um Piloto em Comando que não possuía as qualificações mínimas para exercer suas prerrogativas, verificou-se que a operação da aeronave foi conduzida abaixo dos níveis mínimos de segurança estabelecidos nos regulamentos aeronáuticos.

A partir dos dados recuperados, verificou-se que a aeronave cumpriu parte do trajeto em *Visual Meteorological Conditions* (VMC - condições de voo visual) e, próximo a Campos do Jordão, realizou um procedimento não certificado em *Instrument Meteorological Conditions* (IMC - condições de voo por instrumentos).

Nesse contexto, o uso de uma carta de descida IFR não certificada não assegurava a proteção específica contra obstáculos, até uma posição na qual se aplicassem os critérios de circuito de espera ou de margem livre de obstáculos em rota.

Desse modo, a decisão de prosseguir na aproximação, com base em um procedimento não certificado, denotou uma avaliação inadequada dos riscos existentes naquela operação, bem como uma baixa adesão às premissas de segurança de voo.

De acordo com o procedimento não certificado, após atingir o ponto FSIJC, a aeronave deveria ter seguido para a proa 300°, em direção a SIJC, descendo a partir de 6.700 ft. Porém, ela prosseguiu para o sul com proa média de 205° a 210°e uma razão de descida entre 600-700 ft/min.

Como o plano de voo ativo no FMS estava “descontinuado”, os dois pontos FSIJ2 e FSIJC não estavam conectados por um arco contínuo.

Dessa forma, o AFCS estava direcionando o helicóptero para interceptação da próxima “perna” do plano de voo (FSIJC-SIJC) sem bloquear o FSIJC. No entanto, a aeronave prosseguiu para o sul com proa média de 205° a 210° e uma razão de descida de 600-700ft/min, até que, em determinado momento, ela iniciou uma subida íngreme,

simultaneamente a uma mudança constante de rumo em direção à direita e, aproximadamente, 40º de *pitch angle*.

Ao considerar tais questões, é possível que a falta de conhecimentos específicos relativos ao modelo da aeronave tenha favorecido uma atuação incorreta do piloto que estava operando o helicóptero, sobretudo na utilização e interpretação de informações disponíveis nos aviônicos, uma vez que a aeronave modelo AW109SP possuía *glass cockpit* em seu painel, com o qual o PIC não estava familiarizado.

Corrobora essa hipótese a trajetória da aeronave durante a aproximação, com uma proa diferente do destino, e em descida constante.

Nesse contexto, a falta de proficiência naquele modelo de aeronave pode ter concorrido para dificuldades, por parte do PIC, em identificar corretamente as informações disponíveis do diretor de voo e a consequente mudança de rota.

Outra questão diz respeito ao fato de os anunciadores visuais no ADI e HSI da aeronave terem sido ignoradas.

Como prevaleciam as condições IMC em torno do local do acidente, o aumento repentino de potência e atitude do helicóptero podem ter sido causados por um possível contato visual do piloto com o terreno ou pela ativação de um dos alertas visuais e auditivos gerados pelo TAWS, durante a descida.

Uma simulação foi utilizada para reconstruir as informações visuais disponíveis nos ADI e HSI. Nessa simulação, ao iniciar a subida para altitude máxima após um possível contato visual com o terreno, a tripulação focou apenas na subida rápida, reduzindo a velocidade a zero, aumentando o torque e, por consequência, variando a proa.

Nesse caso, um possível rebaixamento no nível de consciência situacional da tripulação pode ter concorrido para que aspectos importantes dos parâmetros de voo não tivessem sido devidamente observados durante a realização do procedimento.

Essa situação teria acarretado a perda de controle e falta de sustentação, provavelmente, com acionamento da mensagem “ROTOR LOW”.

O AW109SP RFM determinava a utilização da função *Torque Limiter*, nos casos de operações dos modos superiores do AFCS.

Conforme parecer do fabricante do motor, a partir da análise das DCU, a função *Torque Limiter* estava ativada nos momentos que antecederam o acidente.

Como o PIC não era qualificado para esse tipo de aeronave e tinha experiência no A109E (que possuía um AFCS de 3 eixos, sem controle coletivo), infere-se que ele não tinha o conhecimento necessário para utilizá-lo de maneira correta, conforme pode ser observado no perfil da trajetória compatível com um voo manual nos momentos anteriores à colisão contra o solo. Assim, um comando automático do FMS pôde ser desconsiderado, pois a sua taxa máxima de rolagem era de 3°/s, enquanto na curva em questão a variação média registrada estava acima de 4,5°/s.

Possivelmente, a associação dos fatos apresentados contribuiu para uma perda de controle da aeronave e a consequente desorientação espacial, vindo o helicóptero a se chocar contra o terreno.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

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

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

c) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;

d) não se evidenciaram quaisquer condições de falha ou mau funcionamento de sistemas e/ou de componentes da aeronave que pudessem ter afetado o seu desempenho ou o seu controle em voo;

e) não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes;

f) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;

g) os pilotos estavam com as habilitações de Helicóptero Multimotor (HMLT) e Voo por Instrumentos - Helicópteros (IFRH) válidas;

h) o SIC estava qualificado e possuía experiência no modelo da aeronave;

i) em 24ABR2016, a aeronave modelo AW109SP deixou de ser “tipo” e foram classificadas como “classe”;

j) a partir de 24ABR2016, foi necessário endosso para operar aeronaves modelo AW109SP;

k) o PIC não possuía o endosso necessário para operar a aeronave modelo AW109SP;

l) não havia as condições mínimas de teto e visibilidade requeridas para pouso e decolagem em operações sob VFR, na região e no momento do acidente;

m) o helicóptero foi encontrado acidentado próximo ao Pico do Itapeva, em Campos do Jordão, SP;

n) foi encontrado junto aos destroços um procedimento IFR não certificado;

o) os pontos relativos ao procedimento não certificado estavam inseridos no FMS;

p) a aeronave ficou destruída; e

q) todos os ocupantes sofreram lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Capacitação e treinamento - indeterminado.**

A falta da capacitação exigida para operação da aeronave pode ter promovido lacunas de conhecimentos, habilidades e atitudes necessárias para assegurar o correto desempenho do PIC durante o voo.

Essas circunstâncias podem ter demandado maior esforço cognitivo para apreensão das condições requeridas pelo equipamento, assim como pode ter favorecido interpretações errôneas em relação aos instrumentos e ao comportamento da aeronave durante o voo.

- **Condições meteorológicas adversas - contribuiu.**

As condições meteorológicas presentes na localidade de destino não eram favoráveis para uma aproximação VFR, uma vez que acarretavam restrições de visibilidade.

- **Coordenação de cabine - indeterminado.**

A composição da tripulação com um dos membros não qualificado pode ter contribuído para o prejuízo da performance do voo e para uma provável ineficiência no gerenciamento da cabine durante a ocorrência.

- **Desorientação - contribuiu.**

As condições meteorológicas adversas acarretaram restrição de visibilidade e a perda ou o prejuízo da orientação por meio dos referenciais dos órgãos do equilíbrio do *pilot flying*, propiciando a desorientação e a consequente perda de controle da aeronave.

- **Planejamento de voo - contribuiu.**

Houve inadequação nos trabalhos de preparação realizados pela tripulação para o voo ou parte dele, no que tange à realização de uma correta avaliação das condições meteorológicas na rota e a utilização de procedimento não certificado durante a aproximação para o pouso.

- **Processos organizacionais - indeterminado.**

A falta de verificação da qualificação e experiência do PIC no modelo de aeronave refletiram falhas nos processos de seleção e acompanhamento de pessoal adotados pela empresa, os quais poderiam ter permitido a identificação prévia das necessidades de treinamento do PIC para aquele modelo de aeronave.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Proposta de uma autoridade de investigação de acidentes com base em informações derivadas de uma investigação, feita com a intenção de prevenir ocorrências aeronáuticas e que em nenhum caso tem como objetivo criar uma presunção de culpa ou responsabilidade.

Em consonância com a Lei nº 7.565/1986, as recomendações são emitidas unicamente em proveito da segurança de voo. Estas devem ser tratadas conforme estabelecido na NSCA 3-13 "Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro".

À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:

A-173/CENIPA/2018 - 01 **Emitida em: 23/03/2023**

Avaliar a pertinência de esclarecer na tabela "Classe Helicópteros Multimotores", do Apêndice B da IS 61-006, revisão J, de 26NOV2021, em vigor na data de publicação deste Relatório Final, que a instrução requerida para o endosso de aeronaves modelo AW109SP deva obedecer aos critérios estabelecidos no Relatório de Avaliação Operacional da ANAC desse modelo de aeronave.

A-173/CENIPA/2018 - 02 **Emitida em: 23/03/2023**

Analisar a viabilidade de estabelecer orientações sobre *displays* eletrônicos digitais em seus materiais de treinamento e nos programas de instrução, a fim de que os pilotos sejam alertados sobre a importância da instrução teórica e prática para operação das aeronaves com *glass cockpit*, assim como sobre as dificuldades encontradas na transição da operação de aeronaves com cabine convencional para cabines de *display* eletrônicos digitais.

A-173/CENIPA/2018 - 03 **Emitida em: 23/03/2023**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação aos Centros de Treinamento da Aviação Civil autorizados a ministrar instruções teóricas e/ou práticas para helicópteros, com o objetivo de contribuir para disseminação da cultura do endosso, enfatizando sua importância para a operação segura das aeronaves.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Em novembro de 2018, o CENIPA publicou a tradução do Estudo de Segurança de Voo intitulado “Introdução de displays eletrônicos digitais em aeronaves de pequeno porte”, elaborado pelo *National Transportation Safety Board* (NTSB). Os resultados do Estudo identificaram a necessidade de os pilotos possuírem conhecimentos e proficiência suficientes nesses equipamentos para operar com segurança aeronaves equipadas com aviônicos *glass cockpit*.

Foi realizada reunião com representantes da ANAC objetivando discutir melhorias no processo de endosso. Em julho de 2019, a ANAC publicou a revisão E da IS 61-006, modificando o controle dos endossos concedidos pelos pilotos, estabelecendo que, além do endosso na CIV, será necessário também o registro do endosso na CIV digital pelo endossante, contribuindo para incrementar a conscientização da necessidade do endosso, tendo em vista ser possível o incremento da fiscalização utilizando ferramentas eletrônicas de apoio.

Em, 23 de março de 2023.