

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-548/CENIPA/2017

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PT-IFS
MODELO:	PA-34-200
DATA:	17MAIO2011



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-IFS, modelo PA-34-200, ocorrido em 17MAIO2011, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante a realização de um voo de instrução noturna em rota, a aeronave desapareceu da visualização dos radares, pouco tempo depois de iniciar a descida para o pouso no Aeródromo de Piracicaba (SDPW).

Seus destroços foram localizados no dia 17MAIO2011, na região da Serra do Facão, distante, aproximadamente, 40 NM de Piracicaba.

A aeronave ficou destruída.

Todos os ocupantes faleceram no local do acidente.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de projeto/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.....	6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.	7
1.6. Informações acerca da aeronave.	7
1.7. Informações meteorológicas.	7
1.8. Auxílios à navegação.	8
1.9. Comunicações.....	8
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	8
1.11. Gravadores de voo.....	8
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.	8
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.	10
1.13.1. Aspectos médicos.....	10
1.13.2. Informações ergonômicas.....	12
1.13.3. Aspectos Psicológicos.	12
1.14. Informações acerca de fogo.	12
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.	12
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	12
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.	13
1.18. Informações operacionais.	13
1.19. Informações adicionais.....	16
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	16
2. ANÁLISE.....	16
3. CONCLUSÕES.....	17
3.1. Fatos.	17
3.2. Fatores contribuintes.....	18
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	18
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	19

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APP	<i>Approach Control</i> - Controle de Aproximação
APP-YS	Controle de Aproximação de Pirassununga
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CCF	Certificado de Capacidade Física
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CIV	Caderneta Individual de Voo
DE	Desorientação Espacial
FL	<i>Flight Level</i> - Nível de Voo
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo por Instrumentos
INVA	Habilitação de Instrutor de Voo - Avião
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Boletim Meteorológico de Localidade
MLTE	Habilitação de Avião Multimotor Terrestre
MNTE	Habilitação de Avião Monomotor Terrestre
NM	<i>Nautical Miles</i> - Milhas Náuticas
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
PRI	Categoria de Registro de Aeronave Privada-Instrução
RADAR	<i>Radio Detection And Ranging</i>
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RS	Recomendação de Segurança
SBSR	Designativo de Localidade - Aeródromo de São José do Rio Preto, SP
SDPW	Designativo de Localidade - Aeródromo de Piracicaba, SP
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: PA-34-200 Matrícula: PT-IFS Fabricante: <i>Piper Aircraft</i>	Operador: Aeroclube de Piracicaba
Ocorrência	Data/hora: 17MAIO2011 - 01:32 (UTC) Local: Fazenda Angeleli - Cruzeiro do Facão Lat. 22°25'44"S Long. 047°53'11"W Município - UF: Piracicaba - SP	Tipo(s): [LOC-I] Perda de controle em voo Subtipo(s): NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo de Piracicaba, SP (SDPW), com destino ao Aeródromo de São José do Rio Preto, SP (SBSR), às 23h00min (UTC), a fim de realizar um voo de instrução noturna em rota, com um piloto instrutor (IN), um piloto aluno (AL) e dois passageiros a bordo.

O voo compreendia o deslocamento até SBSR, onde seria realizado um procedimento de aproximação por instrumentos, e posterior retorno a SDPW.

Durante a descida, na etapa de regresso a Piracicaba, já liberada pelo Controle de Aproximação de Pirassununga (APP-YS) para fazer a coordenação necessária na frequência livre, a aeronave desapareceu da visualização radar.

Pela manhã, após verificar que a aeronave não havia retornado, o Aeroclube de Piracicaba acionou o Sistema de Busca e Salvamento Aéreo (SALVAERO).

Nesse mesmo dia, por volta das 16h30min (UTC), destroços foram encontrados pela aeronave da Força Aérea engajada na busca.

A aeronave estava destruída.

Todos os ocupantes faleceram no local do acidente.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	2	2	-
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	Instrutor	Aluno
Totais	865:00	27:00
Totais, nos últimos 30 dias	73:00	26:00
Totais, nas últimas 24 horas	06:00	00:00
Neste tipo de aeronave	60:00	26:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	36:00	26:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	06:00	00:00

Obs.: Os dados relativos às horas voadas foram obtidos dos registros fornecidos pelo Aeroclube de Piracicaba.

1.5.2. Formação.

O IN realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Piracicaba, SP, em 2008.

O AL realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Piracicaba, SP.

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

O IN possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Multimotor Terrestre (MLTE), Instrutor de Voo - Avião (INVA) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

O AL possuía a licença de Piloto Privado - Avião (PPR) e estava com a habilitação de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) válida.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência para a realização do voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

Os pilotos estavam com os Certificados de Capacidade Física (CCF) válidos.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 34-7250236, foi fabricada pela *Piper Aircraft*, em 1972, e estava registrada na categoria Privada Instrução (PRI).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "100 horas", foi realizada em 12MAIO2011 pela oficina *Baburich Ltda.*, em Americana, SP, estando com 59 horas e 42 minutos voados após a inspeção.

1.7. Informações meteorológicas.

Com base nos Boletins Meteorológicos de Localidade (METAR) de Campinas (SBKP) e Araraquara (SBAQ), distantes, respectivamente, 34 NM e 63 NM do local do impacto, as condições eram favoráveis ao voo visual.

Esses boletins traziam as seguintes informações:

METAR SBKP 170100Z 16013KT 9999 SCT025 SCT080 15/12 Q1019=

METAR SBAQ 170100Z 18006KT CAVOK 17/13=

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

A partir das transcrições dos áudios de comunicação entre o PT-IFS e os órgãos de controle, verificou-se que a tripulação manteve contato-rádio com o Controle de Aproximação de Pirassununga (APP-YS) e que não houve anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo.

Conforme evidenciaram as transmissões destacadas pela Comissão de Investigação, aparentemente, não havia qualquer anormalidade ocorrendo nos momentos que se supõe terem antecedido a colisão. Os horários das comunicações apresentadas a seguir têm como referência o Tempo Universal Coordenado (UTC).

A 01h11min10seg, o PT-IFS chamou o APP-YS e foi orientado a manter o nível de voo FL075 (sete mil e quinhentos pés) e informar quando estivesse pronto para a descida.

A 01h17min31seg, o PT-IFS solicitou ao APP-YS a descida para o nível de voo FL055 (cinco mil e quinhentos pés) e reportou estar 52 NM afastado de Piracicaba, tendo recebido autorização do APP-YS.

A 01h26min39seg, o PT-IFS informou ao APP-YS que estava em condições de voo visuais e no ponto ideal de início da descida para pouso em Piracicaba.

A 01h26min45seg, o APP-YS informou que a descida para altitude de tráfego estava à critério do PT-IFS, autorizando a aeronave a chamar na frequência livre de coordenação entre pilotos.

A 01h26min59seg, o PT-IFS acusou o recebimento da mensagem.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

A aeronave colidiu contra a Serra do Facão, que possuía um perfil íngreme e encostas de terreno rochoso coberto por árvores. O topo da elevação estava a 1.000 metros de altura. O impacto ocorreu na encosta sul, a 930 metros de altura.

Os danos verificados na vegetação local permitiram estimar que o ângulo da trajetória de colisão foi de aproximadamente 70º picados e que a inclinação das asas era de, aproximadamente, 30º, em curva para a direita.

Ambas as hélices apresentavam características de deformação compatíveis com uma colisão em terreno macio, na qual os motores desenvolviam potência. Havia indicações de que a hélice do motor direito cortou alguns troncos de árvores na trajetória até o ponto do último impacto.

As asas foram arrancadas pela vegetação antes da colisão final contra o solo.



Figura 1 - Local da queda da aeronave.



Figura 2 - Condição em que foram encontrados o motor e a hélice direitos.

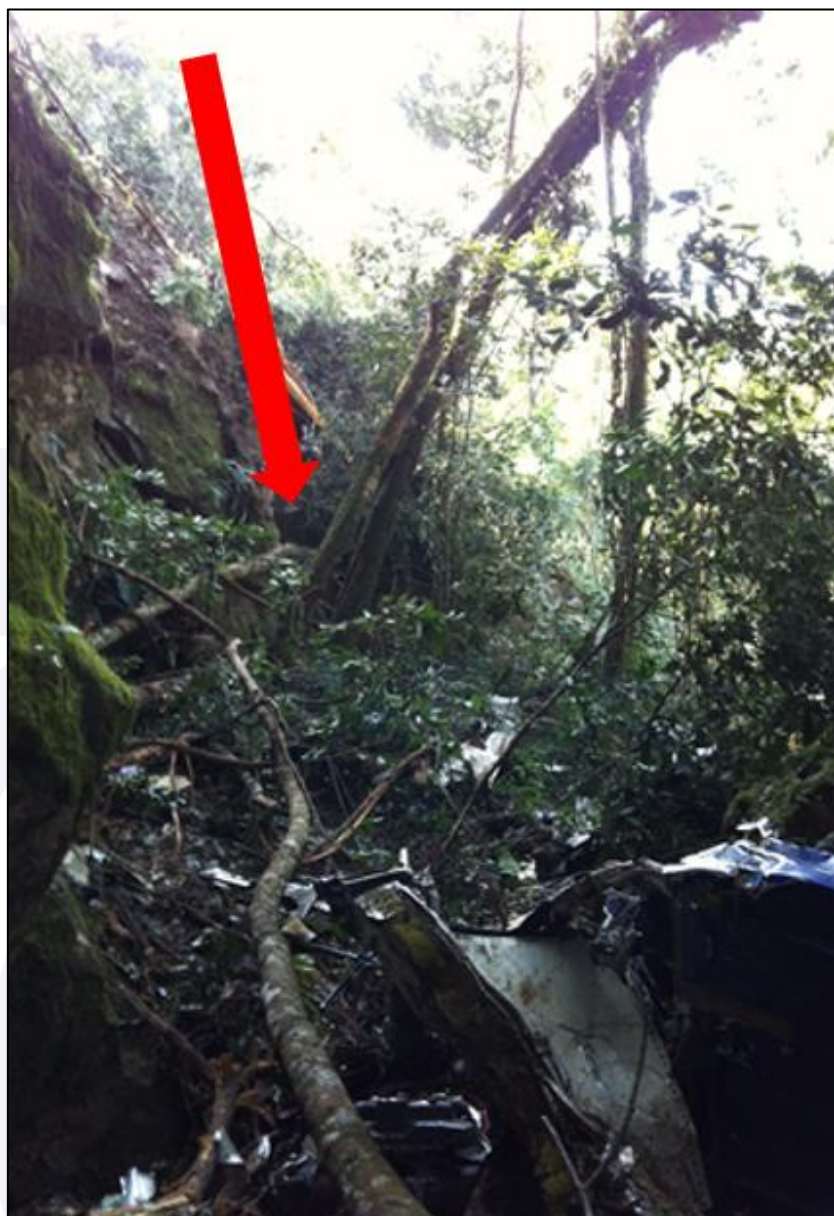


Figura 3 - Trajetória da aeronave.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

De acordo com o laudo da necropsia, não foram encontradas substâncias que pudessem ocasionar degradação do desempenho dos pilotos. Da mesma forma, não se constatou evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

Estudos demonstram que os pilotos podem experimentar conflitos entre os sentidos durante a realização de curvas à noite ou em condições de voo por instrumentos (IMC). Tais discordâncias têm sido comuns em muitos casos de desorientação grave que resultaram em acidentes aéreos fatais.

Muitos se acidentam enquanto engajados em tarefas que canalizam suas atenções para longe dos instrumentos de voo. Outros, mesmo percebendo a discordância entre seus sentidos corporais e a informação desses instrumentos, não conseguem resolver o conflito, o que, com frequência, resulta em uma ocorrência aeronáutica.

A pouca experiência de voo sob IMC pode aumentar consideravelmente a possibilidade de discordâncias entre os sentidos corporais e os instrumentos da aeronave.

Os conflitos mais comuns são:

- a) ilusões vestibulares;
- b) ilusões visuais; e
- c) ilusões somatosensoriais.

O sistema vestibular, localizado no ouvido interno, é constituído de dois detectores otolíticos e três canais semicirculares.

Os órgãos otolíticos respondem às forças gravitacionais e às acelerações/desacelerações lineares, transmitindo ao cérebro informações a respeito da posição da cabeça.

Assim, já que o corpo não consegue distinguir a diferença entre as forças resultantes das acelerações lineares e da gravidade, a ausência de referências visuais adequadas pode produzir ilusões.

Os canais semicirculares, um para cada plano do espaço, são preenchidos por um líquido e dotados de pelos sensores. O movimento desse líquido no interior dos canais informa ao córtex cerebral, por meio dos sensores, sobre as acelerações lineares e angulares às quais o indivíduo é submetido.

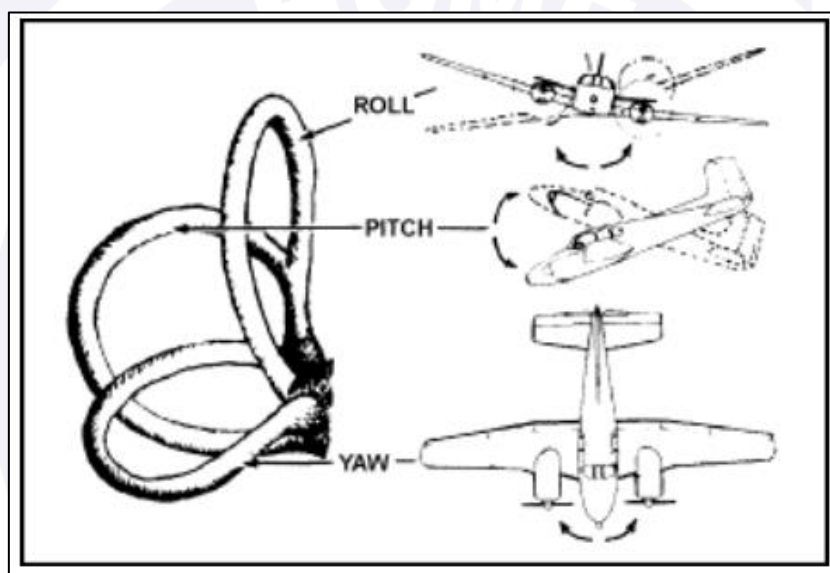


Figura 4 - Ilustração dos canais semicirculares. (Disponível em: http://code7700.com/spatial_disorientation.htm. Acesso em agosto 2017.

As ilusões vestibulares ocorrem em função da falta de referência visual, quando passam a predominar os estímulos vestibulares oriundos dos canais semicirculares e dos órgãos otolíticos.

Entre as ilusões vestibulares existe uma conhecida como *Graveyard Spiral*, ou Espiral da Morte, em tradução livre.

Depois de alguns segundos em uma curva, intencional ou não, onde o senso de movimento lateral é levado ao equilíbrio, pode ocorrer a perda de percepção da inclinação de asas.

Nesse caso, a sensação do piloto é a de que ele está em uma descida com asas niveladas, o que o leva a puxar o manche para aumentar o ângulo de arfagem da aeronave.

Como resultado dessa intervenção, uma parte da sustentação é direcionada para os lados, diminuído o raio de curva e provocando uma perda de altitude crescente.

Assim, as correções aplicadas acabam por agravar a espiral descendente, ocasionando um grande ângulo de impacto, com alta velocidade.

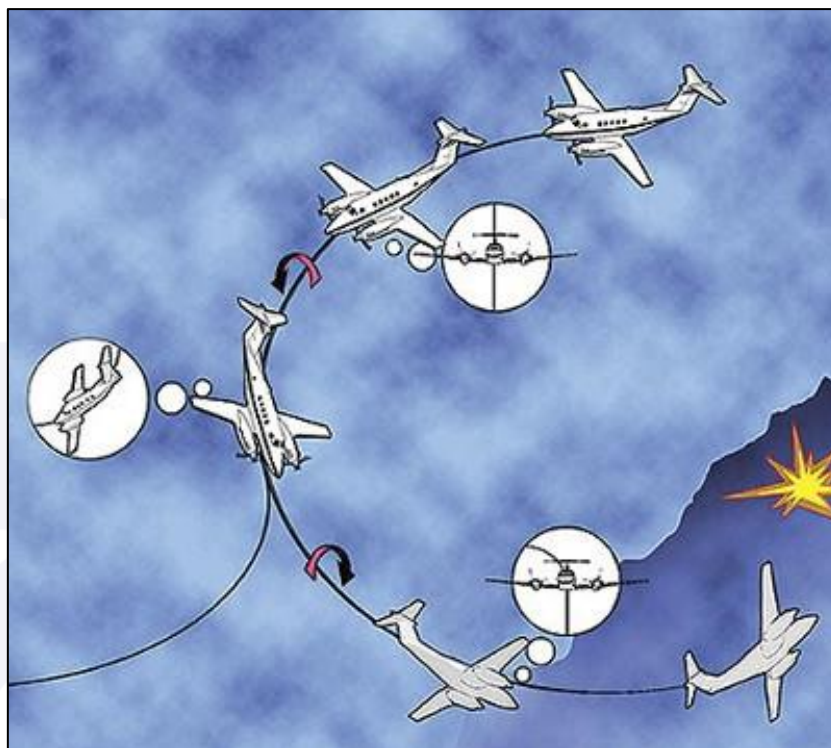


Figura 5 - Ilustração de uma *Graveyard Spiral*. (Disponível em: <https://www.m0a.com/illusions-in-flight/>. Acesso em agosto de 2017.)

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O instrutor de voo atuava no aeroclube havia cerca de dois anos.

O aluno estava cumprindo o treinamento para conseguir a licença de Piloto Comercial e morava no próprio alojamento do aeroclube.

Os passageiros também eram alunos do aeroclube e não possuíam função a bordo da aeronave.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não havia evidência de fogo em voo ou após o impacto.

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

Nada a relatar.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Os exames realizados nos motores pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), em São José dos Campos, SP, mostraram que eles apresentavam danos semelhantes. Verificou-se que ambos estavam quase totalmente destruídos, evidenciando que a colisão ocorreu com velocidade elevada.

Em virtude da deformação que as servoinjetoras apresentavam, não foi possível a sua montagem em bancada de testes para verificação de desempenho. No entanto, sua desmontagem parcial revelou que os diafragmas estavam em bom estado, não tendo sido encontrados indícios de vazamento de combustível ou ar.



Figura 6 - Vista frontal do motor esquerdo.

Durante a análise dos componentes internos dos dois motores, não foram identificadas quaisquer anormalidades que pudessem comprometer o seu funcionamento.

Não foi possível apontar evidências de deficiência na lubrificação, riscos nas bronzinas, riscos nos cilindros, detonação, pré-ignição ou mau funcionamento das velas.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Sobre a presença de passageiros a bordo em um voo de instrução conduzido sob a responsabilidade do aeroclube, o diretor da escola à época do acidente, em reportagem veiculada por uma emissora de televisão em 19MAIO2011, declarou:

“A gente sabe que, pela norma da ANAC, no papel, essa prática está errada. Os alunos costumam voar com mais gente assim até para treinar e se acostumar com a aeronave mais pesada na decolagem e no pouso.”

“Isso sempre é feito (outras pessoas estarem no voo).”

“Se fossem pessoas que não tem nada a ver e só estivessem ali para passear, é uma situação. Mas não era o caso. Os dois que acompanhavam o instrutor e o aluno também eram alunos.”

Esse depoimento, relatos de pessoas e constatações sobre as práticas dos aeroclubes, escolas ou cursos de aviação sugerem que esta era, de fato, uma prática considerada comum, embora contrariasse dispositivo contido no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 61.

1.18. Informações operacionais.

O instrutor, de 36 anos de idade, tinha cerca de 800 horas de voo e dava aulas no aeroclube havia cerca de dois anos.

O aluno, de 30 anos de idade, tinha cerca de 27 horas de voo e estava cumprindo o treinamento para obter a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e as habilitações de Avião Multimotor Terrestre (MLTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA).

Os dois passageiros eram alunos do aeroclube e não tinham função a bordo da aeronave.

A rota a ser voada era conhecida e praticada pelo instrutor.

Segundo relatos colhidos, embora fosse um voo de instrução, o que requeria apenas a presença do IN e do AL, ambos consentiram no embarque dos dois alunos.

De acordo com as informações reunidas, no abastecimento anterior, a aeronave recebeu 219 litros de combustível.

Considerando o consumo médio previsto no manual de voo para um ajuste de potência a 75%, que seria de 20,6 galões por hora (gph) ou 77,9 litros por hora (l/h), concluiu-se que a aeronave estava dentro do limite de peso para o pouso no momento do acidente e possuía combustível suficiente para concluir a etapa de voo proposta.

SENECA	
PERFORMANCE (cont)	
Range at best economy mixture (mph)	804
75% power, 6,000 ft	885
65% power, 9,000 ft	969
55% power, 13,300 ft	
Stalling Speed, gear and flaps down, power off (mph)	69
Stalling Speed, gear down and flaps up, power off (mph)	76
Fuel Consumption, 75% power, both engines (gph)	20.6
Fuel Consumption, 65% power, both engines (gph)	18.3
Landing Roll (flaps down) (ft)	705*
Landing Over 50 ft Barrier (flaps down) (ft)	1335*
* 4000 lb. G.W., Maximum Landing Weight	

Figura 8 - Tabela de performance da aeronave.

Conforme os dados colhidos junto aos órgãos de controle de tráfego aéreo, a aeronave executou uma arremetida em São José do Rio Preto, às 00h32min (UTC), mantendo regras de voo por instrumentos, e ascendeu para o nível de voo FL070, acelerando para a velocidade de 140 KT.

Depois de liberada pelo APP-YS, durante a descida da altitude de 5.500 FT para 4.200 FT ela, inicialmente, manteve a proa de Piracicaba e reduziu a velocidade de 140 para 100 KT.

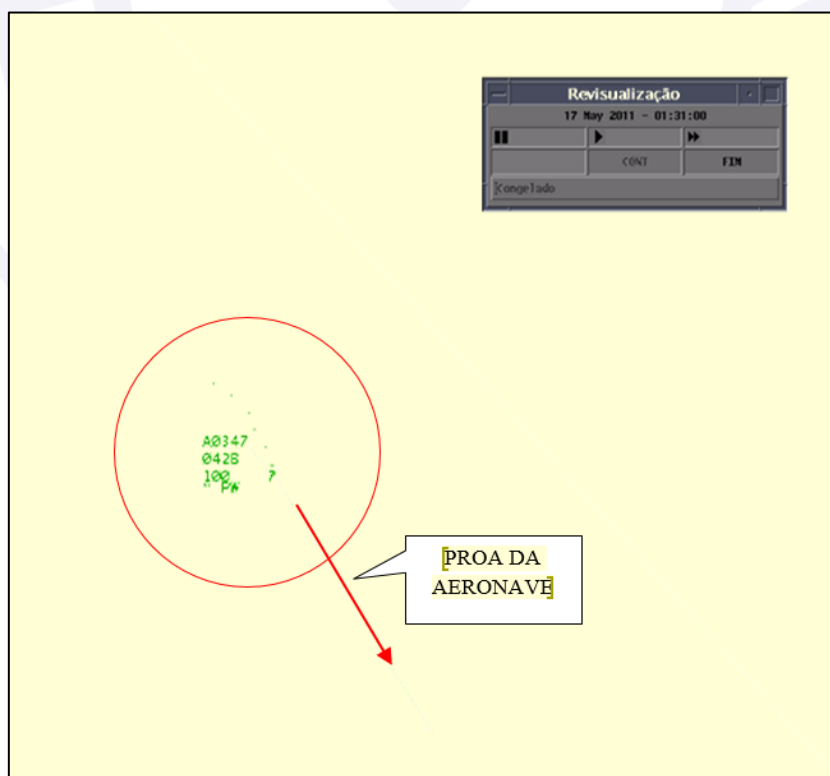


Figura 9 - Visualização radar 17MAIO2011 01:31:00 (UTC).

A 01h31min43seg (UTC), a aeronave iniciou uma curva pela direita, acelerando a velocidade para 174 KT.

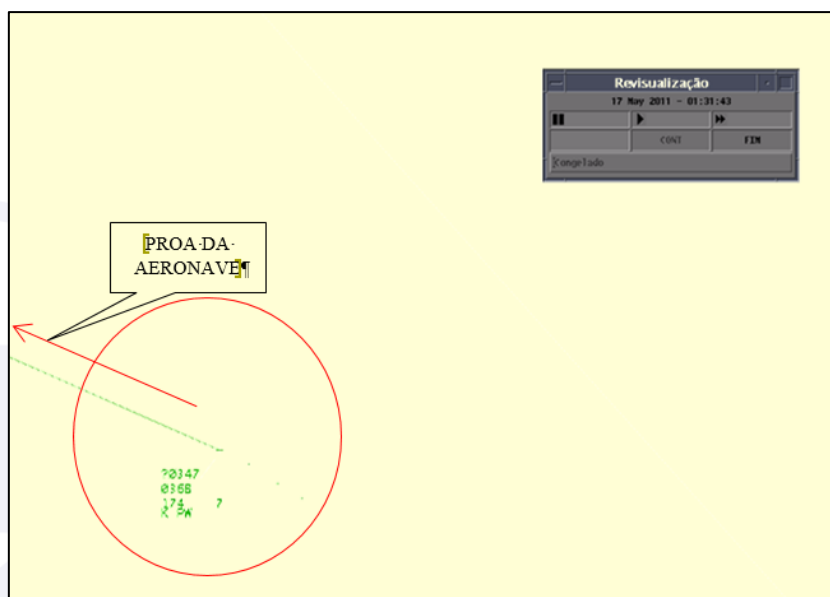


Figura 10 - Visualização radar 17MAIO2011 01:31:43 (UTC).

A 01h31min55seg, ela continuava em curva pela direita, porém havia acelerado para 187 KT.

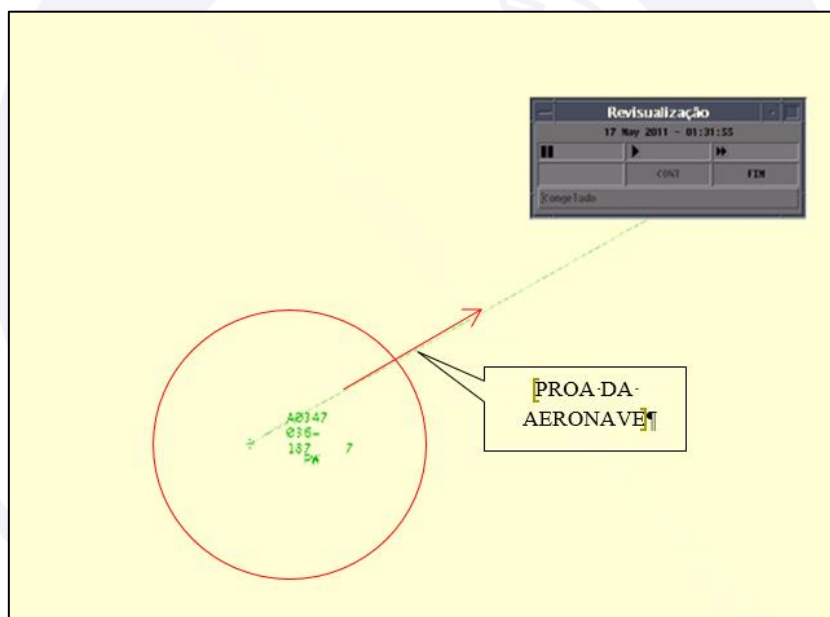


Figura 11 - Visualização radar 17MAIO2011 01:31:55 (UTC).



Figura 12 - Croqui da ocorrência.

Não foi possível determinar o motivo da execução dessa curva à direita, entretanto, pela visualização apresentada pelos radares, pôde-se verificar que ela foi iniciada com velocidades horizontal e vertical compatíveis com uma curva controlada.

Após os primeiros 90 graus de curva, foi verificado o aumento gradativo da velocidade horizontal da aeronave, que acelerou até próximo da velocidade máxima estrutural em cruzeiro prevista em manual de voo.

E. AIRSPEED LIMITATIONS AND INDICATOR MARKINGS (Calibrated Airspeed)	
NEVER EXCEED SPEED	217 MPH
MAXIMUM STRUCTURAL CRUISING SPEED	190 MPH
DESIGN MANEUVERING SPEEDS	
Minimum Weight (2743 lbs.)	133 MPH
Maximum Weight (4200 lbs.)	146 MPH
MAXIMUM FLAPS EXTENDED SPEED	125 MPH
MAXIMUM GEAR EXTENDED SPEED	150 MPH
MAXIMUM GEAR RETRACT SPEED	125 MPH
MINIMUM CONTROL SPEED (Single Engine)	80 MPH

Figura 13 - Tabela de limites de velocidade da aeronave.

1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de instrução, com decolagem de Piracicaba, pouso e arremetida em São José do Rio Preto e regresso a Piracicaba.

Os exames realizados nos destroços não revelaram indícios de falhas mecânicas, o que levou os investigadores a descartar a hipótese de que fatores relacionados aos sistemas da aeronave tenham contribuído para a ocorrência.

Particularmente, as verificações conduzidas nos motores e hélices indicaram que esses componentes pareciam funcionar adequadamente no momento da ocorrência.

Da mesma forma, os dados levantados em relação ao consumo da aeronave, último abastecimento, duração do voo e condições meteorológicas indicaram que o planejamento da instrução não teve influência no acidente.

Por outro lado, os dados obtidos a partir da visualização radar dos últimos minutos do voo permitiram verificar que, após o início da descida para o pouso em Piracicaba, durante a realização de uma curva pela direita, ocorreu um aumento significativo e não explicado na velocidade da aeronave.

A trajetória do avião a partir do momento em que ele iniciou a descida, realizando uma curva continuada, acelerando para uma velocidade próxima à máxima estrutural e colidindo contra o solo com alto ângulo de impacto apresentou características compatíveis com as de uma *Graveyard Spiral*.

Dessa forma, é possível que a realização de uma curva prolongada e a aceleração envolvida tenham interferido nas impressões sensoriais do piloto, dificultando a apreensão da posição da aeronave em relação ao espaço.

Portanto, pôde-se supor que uma desorientação espacial tenha propiciado a condução inadvertida da aeronave a uma atitude que resultou na perda do controle e posterior colisão contra o solo.

Sobre a presença de passageiros a bordo, não foi possível determinar o impacto dessa situação na condução da instrução e no nível de alerta situacional dos tripulantes.

No entanto, a crença, compartilhada pelos membros do grupo de trabalho, de que a presença a bordo de pessoas não envolvidas diretamente na instrução era normal e não afetaria a qualidade do voo caracterizou uma fragilidade na cultura desse grupo.

Da mesma forma, a anuência demonstrada, por parte da direção da instituição encarregada de gerenciar e supervisionar a instrução, quanto ao embarque de passageiros nas aeronaves de instrução sugeriu a existência de vulnerabilidades, que poderiam comprometer a segurança de voo, também na cultura organizacional.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CCF) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações válidas;
- c) os pilotos estavam qualificados para a realização do voo;
- d) o IN tinha experiência no tipo de voo;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) as escriturações das cadernetas de célula, motores e hélices estavam atualizadas;
- h) as condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual;
- i) até o momento da última comunicação da aeronave com os órgãos de controle de tráfego aéreo, nenhuma anormalidade foi verificada no voo;
- j) após iniciar a descida para o pouso em Piracicaba, a aeronave entrou em curva pela direita;
- k) durante essa curva, houve um aumento significativo na velocidade, que chegou próximo da máxima estrutural;
- l) a aeronave colidiu contra o solo com elevado ângulo de mergulho;

- m) a aeronave ficou destruída; e
- n) todos os ocupantes faleceram no local do acidente.

3.2. Fatores contribuintes.

- Aplicação dos comandos - indeterminado.

É possível que a atuação inadequada nos comandos de voo, motivada por uma desorientação espacial, tenha levado a aeronave a uma atitude que resultou na perda do seu controle e posterior colisão contra o solo.

- Desorientação - indeterminado.

A transição do voo por instrumento para o voo visual, em período noturno, aliada à execução de curva prolongada podem ter levado o instrutor e o aluno a sofrerem as consequências do fenômeno identificado como desorientação espacial.

É possível que essa desorientação tenha propiciado a condução inadvertida da aeronave a uma atitude que resultou na perda do controle e posterior colisão contra o solo.

- Percepção - indeterminado.

A trajetória da aeronave, após o início da descida, aliada à aceleração efetuada e ao voo noturno visual, podem ter contribuído para a perda da percepção do piloto sobre a posição do equipamento em relação ao espaço, culminando na sua posterior colisão contra o solo.

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. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção.

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”.

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

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

A-548/CENIPA/2017 - 01

Emitida em: 04/09/2018

Avaliar a pertinência de atualizar o Manual do Curso de Piloto Comercial - Avião, a fim de adaptá-lo à atual realidade da Aviação Civil Brasileira e, em aproveitamento, inserir em seu Plano Curricular disciplinas relacionadas à fisiologia humana e aos efeitos das condições de voo sobre os tripulantes.

A-548/CENIPA/2017 - 02

Emitida em: 04/09/2018

Atuar junto ao Aeroclube de Piracicaba, a fim de alertar aquele operador sobre os riscos decorrentes da presença de passageiros em voos de instrução e de implantar uma mudança na cultura do grupo que atua naquela organização, tendo como objetivo a

elevação da percepção coletiva acerca da importância do fiel cumprimento das regras estabelecidas pelos órgãos reguladores do Sistema da Aviação Civil.

A-548/CENIPA/2017 - 03

Emitida em: 04/09/2018

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores da aviação civil brasileira sobre o risco da ocorrência de desorientação espacial (seguida ou não de um *Graveyard Spiral*) em voos noturnos.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não houve.

Em, 4 de setembro de 2018.

