

**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE**  
**ACIDENTES AERONÁUTICOS**



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-023/CENIPA/2015**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-KBV</b>
<b>MODELO:</b>	<b>182P</b>
<b>DATA:</b>	<b>19FEV2015</b>



## **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 item 3.1 do “attachment E” do Anexo 13 “legal guidance for the protection of information from safety data collection and processing systems” 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 aeronáutico com a aeronave PT-KBV, modelo 182P, ocorrido em 19FEV2015, classificado como “desorientação espacial”.

Com aproximadamente uma hora e dez minutos de voo, após a decolagem, a aeronave foi vista por observadores em trajetória descendente, perdendo partes em voo, até se chocar contra o solo, na zona rural da cidade de Bueno Brandão, MG.

A aeronave ficou destruída.

O piloto e três passageiros faleceram.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - USA, Estado de fabricação da aeronave.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>7</b>
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.....	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	8
1.8. Auxílios à navegação.....	9
1.9. Comunicações.....	9
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	9
1.11. Gravadores de voo.....	9
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	9
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	12
1.13.1. Aspectos médicos.....	12
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.....	15
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	16
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>16</b>
<b>3. CONCLUSÃO.....</b>	<b>18</b>
3.1. Fatos.....	18
3.2. Fatores contribuintes.....	19
<b>4. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA .....</b>	<b>20</b>
<b>5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA.....</b>	<b>21</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ACC	<i>Area Control Center</i> - Centro de Controle de Área
AFIL	<i>Flight Plan Filed in the Air</i> - Plano de Voo Apresentado em Voo
AIS	<i>Aeronautical Information Service</i> - Serviços de Informação Aeronáutica
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APP-GW	Controle de Aproximação de Guaratinguetá
BKN	Nublado (5 a 7 oitavos)
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAVOK	<i>Ceiling and Visibility OK</i> - Condições de base das nuvens acima de 5.000ft e de visibilidade horizontal acima de 10km
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CIV	Caderneta Individual de Voo
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
FL	<i>Flight Level</i> – Nível de Voo
FT	Pés (unidade de medida)
H	Horas
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições Meteorológicas de Voo por Instrumentos
KM	Quilômetros
KT	Nós
M	Metros
METAR	Informe Meteorológico Aeronáutico Regular
MHz	<i>Megahertz</i>
MIN	Minutos
MNTE	Aviões Monomotores Terrestres
NM	Milhas Náuticas
PN	Part Number
PPR	Piloto Privado - Avião
RA	Chuva
SBRP	Designativo de localidade - Aeródromo de Ribeirão Preto
SCT	Nuvens Dispersas (3 e 4 oitavos)

SDTK	Designativo de localidade - Aeródromo de Parati
SIGWX	Carta de Prognóstico de Vento e Nebulosidade
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TPP	Categoria de registro de aeronave de Serviços Aéreos Privados
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VHF	<i>Very High Frequency</i> - Frequência muito alta (30 a 300 MHz)
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - Condições Meteorológicas de Voo Visual



## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> 182P <b>Matrícula:</b> PT-KBV <b>Fabricante:</b> Cessna Aircraft	<b>Operador:</b> Particular
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 19FEV2015 - 13:40 UTC <b>Local:</b> Fora de aeródromo <b>Lat. 22°25'47"S Long. 046°17'37"W</b> <b>Município – UF:</b> Bueno Brandão - MG	<b>Tipo(s):</b> Perda de Controle em Voo  Nil.

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo de Parati, RJ (SDTK), com destino ao Aeródromo de Ribeirão Preto, SP (SBRP), às 12h30min (UTC), a fim de realizar um voo de transporte de pessoal, com um piloto e três passageiros a bordo.

Com aproximadamente uma hora e dez minutos de voo, a aeronave foi avistada por observadores, em trajetória descendente, soltando partes em voo, até se chocar contra o solo, em uma região de vegetação de médio porte, na zona rural da cidade de Bueno Brandão, MG.

A aeronave ficou destruída. O piloto e os três passageiros faleceram no local.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	1	3	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou completamente 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	Piloto
Totais	77:20
Totais, nos últimos 30 dias	02:30
Totais, nas últimas 24 horas	01:10
Neste tipo de aeronave	26:30
Neste tipo, nos últimos 30 dias	02:30
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:10

**Obs.:** Os dados relativos às horas voadas foram obtidos através dos registros na Caderneta Individual de Voo (CIV) do piloto.

#### 1.5.2. Formação.

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aero clube de Ribeirão Preto, em 2014.

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

O piloto possuía a licença de Piloto Privado - Avião (PPR) e estava com as habilitações técnicas de aeronave tipo Monomotor Terrestre (MNTE) válida.

O piloto não possuía a habilitação técnica para voo por instrumentos (IFR).

### 1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O piloto estava qualificado para realizar o tipo de voo e possuía 26 horas e 30 minutos de voo neste modelo de aeronave.

### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido.

### 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 18263144, foi fabricada pela *Cessna Aircraft*, em 1974, e estava registrada na categoria de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo Inspeção Anual de Manutenção (IAM) foi realizada em 30OUT2014, pela oficina Tangará Aerocenter, estando com 30 horas e 30 minutos após a inspeção.

A última revisão da aeronave, do tipo 50h, foi realizada em 24JUL2014, pela oficina Tangará Aerocenter, estando com 55 horas voadas após a revisão.

### 1.7. Informações meteorológicas.

No dia planejado para o retorno a Ribeirão Preto, que era uma quarta-feira, 18FEV2015, as condições meteorológicas (teto de nuvens e visibilidade) em Parati não estavam favoráveis à decolagem. Por essa razão, o piloto decidiu adiar o retorno para o dia seguinte.

No dia da decolagem, as condições meteorológicas melhoraram. O tempo em Parati amanheceu com base das nuvens acima de 5.000ft e visibilidade horizontal acima de 10km (CAVOK). O piloto obteve as informações relativas às condições meteorológicas da rota e do destino por meio de contato com a sala AIS do aeroporto de Ribeirão Preto (SBRP), uma vez que o aeródromo Parati não era provido pelos Serviços de Informação Aeronáutica (AIS).

Os Informes meteorológicos aeronáuticos regulares (METAR) do aeródromo SBRP eram os seguintes:

METAR SBRP 191300Z 02008KT 9999 SCT007 BKN100 24/21 Q1009

METAR SBRP 191400Z 03008KT 6000 -RA BKN040 BKN070 25/20 Q1015

Na saída de Parati, as condições meteorológicas eram favoráveis para o voo visual, mas as condições no nível de voo escolhido foram se degradando, como se pôde observar na Carta de Prognóstico de Vento e Nebulosidade (SIGWX) do dia da ocorrência.

A meteorologia da rota indicava que haveria formação significativa de nuvens no nível de voo escolhido pelo piloto, inclusive com possibilidade de formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical e convecção térmica, a partir de 2.000ft de altitude. Esta informação também pôde ser observada na SIGWX do dia e horário da ocorrência (Figura 1).

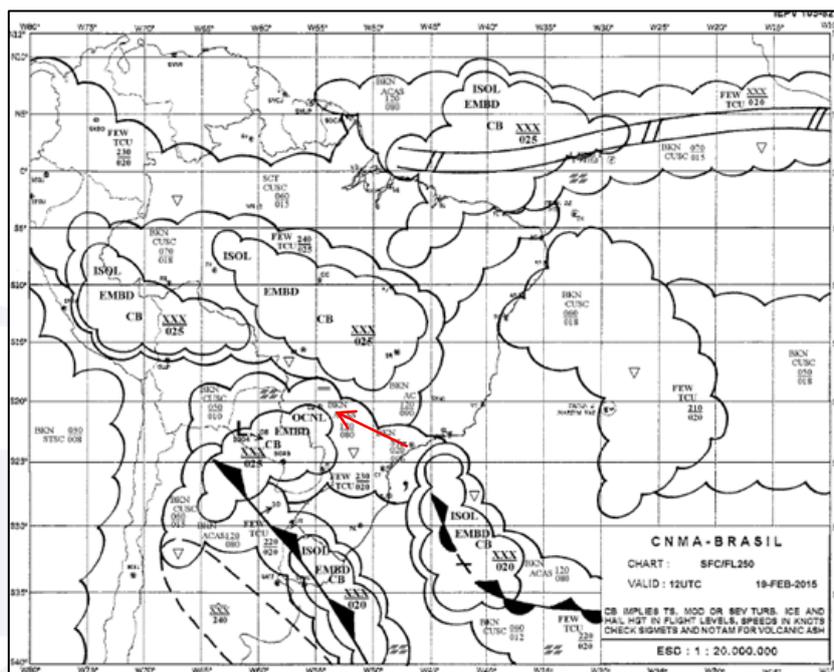


Figura 1 - Carta SIGWX da região no dia da ocorrência (a seta vermelha indica a rota pretendida).

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

O piloto decolou de Parati em condições visuais, e apresentou o Plano de Voo em voo (AFIL) para o Controle de Aproximação de Guaratinguetá (APP-GW). Ficou, inicialmente, em coordenação com o APP-GW e, na sequência, foi transferido para o Centro de Controle de Área - Brasília (ACC-BR).

O piloto também se manteve em contato bilateral com outra aeronave, desde a saída de Parati, até os instantes que antecederam ao acidente, na frequência 123,4MHz.

### 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 foi vista por observadores em trajetória descendente e em espiral, soltando partes em voo, até colidir contra o solo, na zona rural da cidade de Bueno Brandão, MG.

A partir da configuração de espalhamento dos destroços e com base nas marcas observadas na vegetação, pôde-se concluir que o impacto se deu com alta velocidade e grande ângulo.

A colisão principal (núcleo dos destroços) contra o solo ocorreu no ponto de coordenadas 22°25'47"S/046°17'37"W, a uma distância de 6km da cidade de Bueno Brandão - MG.

A aeronave precipitou-se diretamente contra o solo, sem impactos anteriores. Houve separação de algumas de suas partes em voo, as quais ficaram espalhadas em uma área de aproximadamente 190x70 metros. (Figura 2)

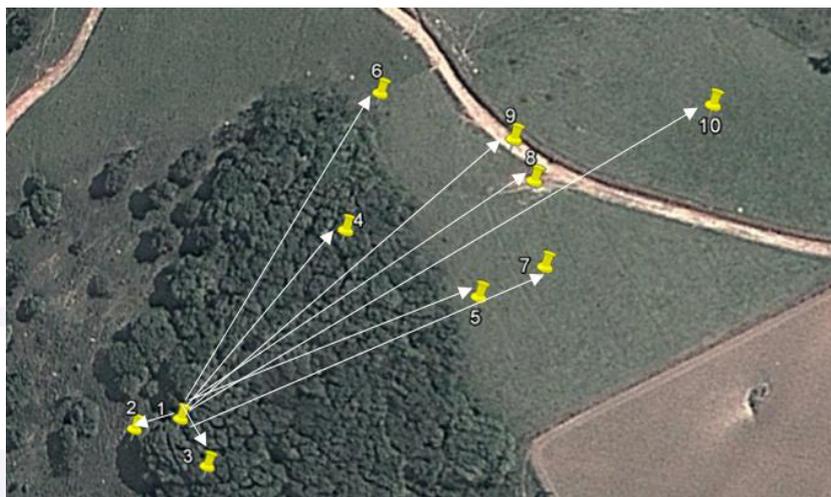


Figura 2 - Disposição dos destroços da aeronave.

As distâncias das partes separadas em voo, em relação ao núcleo dos destroços, podem ser visualizadas no diagrama constante Tabela 1, abaixo:

1- Núcleo dos destroços	6- Parte inferior da fuselagem: 109m
2- Aileron direito: 15m	7- Fragmento da asa direita: 111m
3- Roda do trem de pouso: 16m	8- Profundor direito: 120m
4- Parabrisa: 72m	9- Aileron esquerdo: 123m
5- Asa direita: 92m	10- Ponta da asa direita: 171m

Tabela 1- Distâncias em relação ao núcleo dos destroços.

A fragmentação da aeronave em voo e o grande ângulo de impacto contra o solo ocasionaram uma distribuição aleatória, porém linear dos destroços. Nesse sentido, pode-se inferir que o rumo básico era de aproximadamente 290°.

No núcleo dos destroços estavam os seguintes itens: cabine de voo e de passageiros; asa esquerda; rodas; poltronas; parte da fuselagem; motor e hélice. A grande energia do impacto da aeronave contra o solo provocou danos de enormes proporções, deformando e fragmentando os seus componentes em várias partes (Figuras 3 e 4).



Figura 3 - Núcleo dos destroços.



Figura 4 - Núcleo dos destroços.

As marcas deixadas no terreno e os danos causados à vegetação indicavam que a aeronave e os seus componentes colidiram contra o solo com reduzido deslocamento horizontal, podendo-se depreender que o ângulo de impacto foi de aproximadamente  $80^\circ$  (Figura 5).



Figura 5 - Marcas do impacto da aeronave na vegetação.

A asa direita foi seccionada próximo à fuselagem, e dividiu-se em três partes principais. Pode-se observar sinais de colisão na extremidade da asa, a qual estava a 92 metros do núcleo dos destroços (Figura 6).



Figura 6 - Parte maior da asa direita.

### **1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.**

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não pesquisado.

#### **1.13.2. Informações ergonômicas.**

Nada a relatar.

#### **1.13.3. Aspectos Psicológicos.**

Não pesquisado.

### **1.14. Informações acerca de fogo.**

Não havia nenhuma 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.**

O Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), realizou exames e pesquisas referentes à análise de falha ocorrida com os seguintes componentes da aeronave: duas pás de hélice; velocímetro e partes da fuselagem (Figura 7).

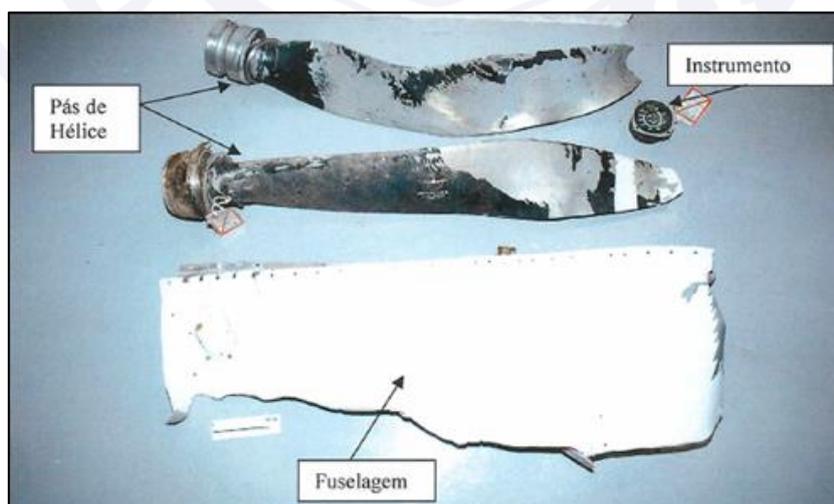


Figura 7 - Componentes submetidos à análise de falha pelo DCTA.

As fraturas examinadas na seção da fuselagem indicaram quebra por sobrecarga, apresentaram aspectos de rasgamento da chapa de alumínio e fratura com ângulos de aproximadamente 45° no perfil de reforço (Figuras 8 e 9).

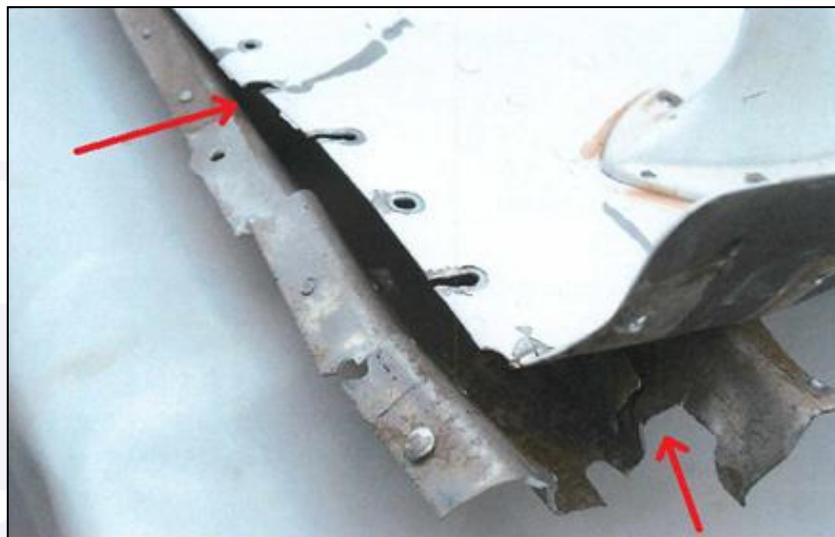


Figura 8 - Aspectos de rasgamento da chapa de alumínio da fuselagem.

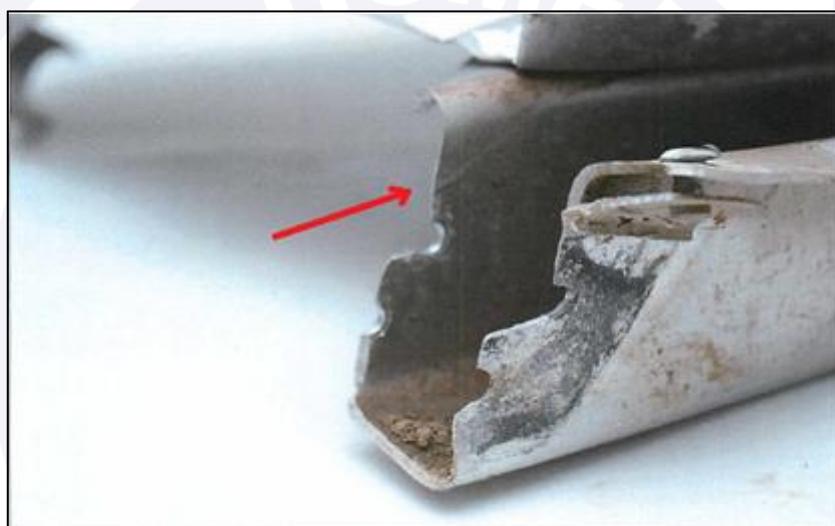


Figura 9 - Fratura no perfil do reforço da fuselagem.

As análises concluíram que os amassamentos e deformações da pá de hélice *Part Number* (PN) 98.3BT.24/K e que a fratura na ponta da pá de hélice PN 98.85T.19/B apresentavam evidências de terem ocorrido em razão do impacto da aeronave contra o solo.

Os exames realizados no velocímetro, utilizando luz ultravioleta, não foram conclusivos devido ao elevado grau de destruição do mesmo.

#### **1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.**

Nada a relatar.

#### **1.18. Informações operacionais.**

O piloto, que também era um dos proprietários da aeronave, possuía 77 horas e 20 minutos totais de voo, sendo 26 horas e 30 minutos de voo no modelo.

O piloto não era habilitado para voos sob as Regras de Voo por Instrumentos (IFR).

A aeronave tinha autonomia suficiente para o cumprimento da rota pretendida, incluindo aeródromo de alternativa. O peso e balanceamento da aeronave encontravam-se dentro dos limites especificados pelo fabricante.

A aeronave deslocou-se para a cidade de Parati, oriunda de Ribeirão Preto, com três passageiros, com o propósito de permanecer naquela localidade por um período de 5 dias, ao final dos quais, retornaria para Ribeirão Preto, no dia 18FEV15.

De acordo com informações de observadores, no dia previsto para a decolagem, as condições meteorológicas na localidade não estavam favoráveis ao voo visual, chovia muito, inviabilizando a decolagem. Com isso, o piloto decidiu permanecer na localidade por mais um dia, aguardando a melhora das condições meteorológicas.

Um dos observadores era um piloto de outra aeronave, que também estava em Parati aguardando a melhora do tempo para decolar com destino a Ribeirão Preto.

Tal piloto acompanhou todos os procedimentos do PT-KBV desde a decolagem, o momento em que as condições meteorológicas começaram a se degradar, até instantes antes ao acidente.

O citado observador informou que, no dia seguinte ao planejado para a decolagem, ou seja, na quinta-feira, o tempo amanheceu totalmente aberto em Parati. Disse, ainda, que o piloto do PT-KBV havia checado os boletins meteorológicos do aeródromo de Ribeirão Preto, por meio de contato com a sala AIS daquele aeroporto, os quais indicavam que as condições meteorológicas naquele aeródromo permitiam a operação visual.

Dadas as circunstâncias, o piloto em comando do PT-KBV, em coordenação com o piloto da outra aeronave, resolveu decolar e mantiveram contato bilateral em voo, combinando a frequência 123,4 MHz. De acordo com dados apurados, o piloto apresentou um plano AFIL com o APP-GW, solicitando o FL085, e indicando o aeródromo de Ouro Fino como alternativa.

Segundo o observador, o PT-KBV decolou 5 minutos antes dele, mas foi ultrapassado em voo, em razão da diferença de desempenho das aeronaves. De acordo com os relatos, as condições meteorológicas na saída e no Vale do Paraíba eram excelentes, e assim permaneceram até aproximadamente 60NM após a decolagem. O observador informou que encontrou um pouco de turbulência na altura da cidade de Campos do Jordão e percebeu que o tempo começava a se degradar a partir da divisa com o Estado de Minas Gerais. Ambas as aeronaves mantinham o FL085.

Após a vertical de Campos do Jordão, o observador concluiu que não poderia continuar naquele nível, em razão da progressiva degradação das condições de visibilidade, e resolveu ascender ao FL105. Em seguida, informou ao PT-KBV acerca dessas condições e recomendou a ele que também ascendesse. Ao atingir o FL105, o piloto da outra aeronave percebeu que já havia uma densa camada de nuvens abaixo desse nível.

O piloto da aeronave à frente continuou em contato com o piloto do PT-KBV pelo rádio, informando que as condições estavam se deteriorando rapidamente e reforçando que ele deveria subir para outro nível. O piloto do PT-KBV informara que estava percebendo que as condições de visibilidade estavam ficando críticas no FL085 e que achava que para baixo essas condições deveriam estar melhores. Passados alguns instantes, o piloto informou que continuava mantendo o FL085 e que estava “guardado”, o que no jargão dos pilotos significava estar dentro da nuvem, sem referências visuais.

Na sequência dos acontecimentos, o piloto teria informado a sua intenção de baixar para tentar readquirir as condições visuais. Nesse momento, o piloto da outra aeronave teria recomendado que se mantivesse de “olho no horizonte” e aconselhou que se ele

fosse baixar, que só o fizesse após a divisa com o Estado de São Paulo, como forma de garantir uma separação segura do terreno, em razão do relevo da região.

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-12, que regula as regras do espaço aéreo sob jurisdição do Brasil, estabelecia que os voos sob Regras de Voo Visual (VFR) deveriam observar determinados limites de teto e visibilidade, como descrito no seu item 5.1.2, abaixo:

5.1.2 Não obstante o estabelecido em 5.1.1 anterior, os voos VFR somente serão realizados quando simultânea e continuamente puderem cumprir as seguintes condições:

- a) manter referência com o 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;
- b) voar abaixo do FL 150.

O último contato entre as duas aeronaves ocorreu quando a aeronave à frente estava aproximadamente sobre a cidade de São João da Boa Vista. A partir desse ponto, o observador informou que fez algumas chamadas na frequência combinada, mas que não obteve resposta.

O piloto do PT-KBV não chegou a reportar nenhum tipo de anormalidade com algum dos sistemas da aeronave, durante todo o tempo em que esteve em contato com a outra aeronave, desde a decolagem, durante o voo em rota, até o momento em que reportou que começava a enfrentar condições desfavoráveis à manutenção do voo visual.

A aeronave foi vista por observadores no solo em trajetória descendente, em movimento espiralado e soltando partes em voo, até a colisão contra o solo.

#### **1.19. Informações adicionais.**

A ocorrência de separação estrutural em voo normalmente é relacionada a fadiga ou corrosão de material, fabricação ou manutenção, erro de projeto ou sobrecarga aerodinâmica. Geralmente, ocorre uma sequência de falhas: falha inicial, falhas subsequentes e danos decorrentes do impacto contra o solo.

Nesta ocorrência, não foram encontrados sinais ligados a erro de projeto ou de fadiga do material, mas foram encontradas fortes evidências de a separação estrutural ter sido consumada em razão de sobrecarga aerodinâmica.

A sobrecarga aerodinâmica ocorre em decorrência de dois tipos principais: aquela decorrente de turbulência e a imposta pela execução de manobras. Tal sobrecarga pode também ocorrer de forma simultânea, em decorrência das tentativas de manutenção dos parâmetros de voo, sob condições de turbulência severa.

Uma separação em voo é a resultante entre a carga aerodinâmica aplicada e a capacidade da estrutura de suportar tais cargas. Esta situação pode ocorrer quando são extrapolados os fatores de carga da aeronave. Dois importantes fatores de carga são estabelecidos em projeto: o Fator de Carga Limite e o Fator de Carga Final. O primeiro é definido como aquele a partir do qual devem ocorrer deformações permanentes na estrutura; e o segundo é o fator além do qual a estrutura deverá se romper.

Se um piloto perde o controle quando em voo sob condições por instrumentos e a aeronave entra em uma espiral descendente, a tração excederá o arrasto, independente do regime do motor, uma vez que dependerá da atitude de picada assumida. Isto será verdade até que a aeronave atinja a velocidade final para aquela atitude.

O termo velocidade final significa a máxima velocidade alcançada em determinada atitude de voo em trajetória descendente. Este fator não é estabelecido como requisito de

projeto, uma vez que o seu valor normalmente é tão alto que ultrapassa os limites estruturais.

Ultrapassados esses limites, a estrutura da aeronave pode se romper. A fuselagem poderia se quebrar em qualquer ponto, no entanto, não é comum acontecer nas aeronaves de pequeno e médio porte.

Nas aeronaves de pequeno porte, os locais em que geralmente ocorre o rompimento são as asas e os estabilizadores horizontais. A asa, quando submetida a elevada carga "g" positiva, deflete-se para cima gerando então o *stress* por tensão na superfície inferior e por compressão na superior. A asa, ao separar-se devido a uma excessiva carga "g" positiva, provoca um movimento de rolamento da aeronave para o seu lado, enquanto que ela fará o mesmo para cima da fuselagem (Figura 10).

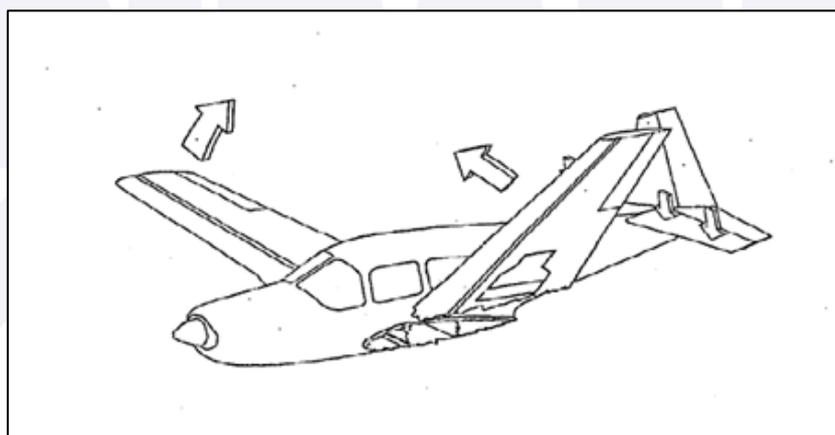


Figura 10 - Ilustração de quebra de asa causada por excesso de carga "g" positiva.

Essa situação pode resultar na colisão da asa contra a cauda da aeronave, estabilizador horizontal ou vertical, caracterizando a ocorrência de uma falha primária e uma secundária, como está demonstrado na Figura 11.

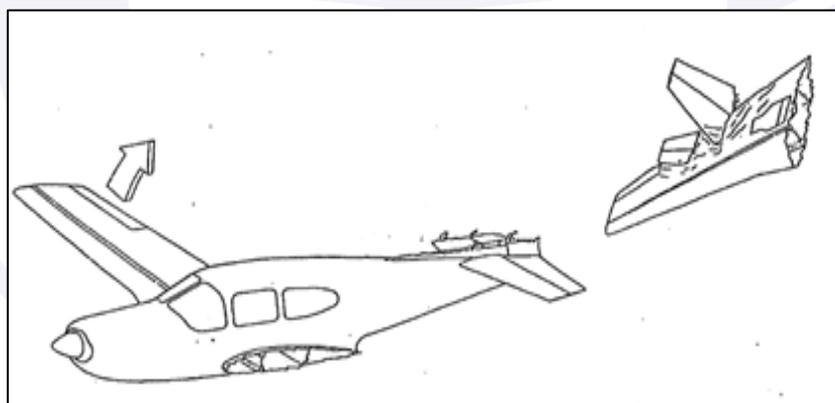


Figura 11 - Ilustração de quebra secundária do estabilizador.

## 1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

O piloto aguardava a melhoria das condições meteorológicas no aeródromo de Parati, para retornar a cidade de Ribeirão Preto, uma vez que já haviam se passado os dias que planejava para permanecer com amigos naquela cidade. No dia previsto para o retorno, as condições meteorológicas não estavam favoráveis, e por essa razão decidiu aguardar mais um dia.

No dia seguinte, o tempo melhorou na localidade, o piloto consultou os boletins meteorológicos do aeródromo de destino, vendo que era possível prosseguir, pois ambos os aeródromos operavam VFR. No entanto, é plausível supor que o piloto não tenha consultado ou não tenha avaliado adequadamente as condições da rota pretendida, sobretudo as possibilidades de variação da meteorologia, que se podia observar na carta de diagnóstico SIGWX daquele dia. Tal carta indicava a formação de nebulosidade significativa a partir de 2.000ft de altitude.

Essas informações sugeriam que, a qualquer momento, as condições de voo na rota poderiam se modificar e passar para condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC). Esta situação obrigaria o piloto a alterar o nível de voo, prosseguir para outro aeródromo ou retornar ao aeródromo de partida, uma vez que o piloto não era habilitado para esse tipo de voo.

Com base nas informações meteorológicas disponíveis e no relato de um piloto que acompanhou o voo do PT-KBV, pode-se afirmar que as condições da rota, a partir de 60NM afastado de Parati, não eram favoráveis ao voo em condições visuais. Essas informações também indicavam a possibilidade de formação de nuvens de grande desenvolvimento vertical e convecção térmica, a partir de 2.000ft de altitude.

O piloto da outra aeronave relatou que as condições se deterioraram a tal ponto que tornou-se inviável a permanência naquele nível de voo, e informou que ao subir para o FL105, percebeu que a camada de nuvens se fechara nos níveis abaixo. Diante dessa situação, disse que sugeriu ao piloto do PT-KBV que também o fizesse, mas que este não aquiesceu, supostamente por achar que encontraria condições melhores em níveis inferiores.

Portanto, é razoável afirmar que a decisão de se manter naquela rota e no mesmo nível se deu em razão de um julgamento equivocado das condições de voo, uma vez que havia informações suficientes para alertá-lo sobre a degradação das condições meteorológicas na rota, principalmente as informações passadas pelo piloto da outra aeronave.

A hesitação do piloto em relação à tomada de decisão o conduziu a condições de descumprimento de preceitos estabelecidos na ICA 100-12, a qual estabelecia que, sob regras VFR, as condições meteorológicas abaixo do nível de voo não poderiam obstruir mais da metade da área de visão do piloto com o solo ou água.

A experiência do piloto na atividade aérea, de 77 horas e 20 minutos totais de voo e 26 horas e 30 minutos naquele modelo de aeronave, aliado ao fato de não ser habilitado para voos IFR, foram alguns dos fatores que podem ter influenciado a decisão do piloto de se manter no FL085 (mesmo quando as condições meteorológicas já se degradavam). Da mesma forma, o piloto não considerou quais ações adotaria caso as condições de visibilidade se deteriorassem ao ponto de impedir a continuação do voo sob condições visuais.

As comunicações estabelecidas com o piloto da outra aeronave não deixaram dúvidas de que o piloto em comando do PT-KVB se encontrava em condições meteorológicas marginais para o voo visual, as quais teriam se deteriorado progressivamente até a completa perda de referências visuais. Tal fato se pode deduzir a partir da informação do piloto de que estava “guardado”, o que no jargão aeronáutico significava que, naquele momento, estava voando dentro da nuvem e sem referências visuais com o solo.

Uma condição de voo como essa, sem referências externas, em especial para um piloto não habilitado ao voo por instrumentos, pode ter provocado uma alteração do

sistema de equilíbrio do corpo humano, contribuindo para uma provável desorientação espacial.

Nessa situação, o piloto pode ter perdido totalmente a noção espacial, tendendo a acreditar que estivesse voando em certas condições (nivelado, inclinado, com acelerações etc.), quando, na realidade, a aeronave estava em condições totalmente diferentes das percebidas por ele.

Nesse sentido, pôde-se construir a hipótese de que o piloto perdeu o controle da aeronave por ter sofrido uma desorientação espacial. Favorece esta hipótese o fato do piloto não ser habilitado para voos IFR e ter enfrentado condições de voo sem visibilidade, para as quais não estava devidamente preparado.

Após ingressar em condições IMC, é provável que o piloto, ao tentar manter os parâmetros de voo reto e nivelado, tendo ainda que contrariar as tendências da aeronave decorrentes das possíveis acelerações provocadas pelas condições meteorológicas adversas, tenha sofrido uma desorientação espacial e atuado nos comandos de voo de maneira que levou a aeronave a assumir atitudes que favoreceram a extrapolação dos valores de velocidade e de cargas aerodinâmicas superiores aos limites estruturais do projeto.

Uma das possibilidades que se pode considerar para explicar o processo de falha da estrutura da aeronave, de acordo com as evidências encontradas, é que este processo teve início a partir da aplicação de cargas positivas que extrapolaram o fator de carga final da aeronave, provocando o rompimento da asa direita junto à fuselagem (falha primária) e possivelmente a colisão da mesma contra a cauda (falha secundária) da aeronave, desencadeando toda a sequência de fragmentação observada.

Fortalece a hipótese levantada o fato de a aeronave ter sido avistada por observadores em trajetória descendente e girando em espiral, soltando partes em voo. Também corrobora, o fato da asa direita ter sido encontrada dividida em três partes, com sinais de colisão na sua extremidade, em posição destacada do núcleo dos destroços, o que faz supor que foi a primeira parte a se desprender.

As fraturas observadas nas peças examinadas corroboraram a hipótese de sobrecarga aerodinâmica e os demais danos terem sido produzidos pelo impacto contra o solo. Nos exames efetuados e indícios coletados não foi possível indicar outro tipo de falha.

Nenhuma evidência que pudesse indicar falha de algum dos sistemas da aeronave durante o voo foi encontrada, fazendo supor que funcionavam normalmente durante toda a etapa. É razoável concluir que se assim não o fosse, o piloto do PT-KBV teria reportado ao piloto da outra aeronave qualquer anormalidade, uma vez que se mantiveram em contato bilateral pelo rádio até o início do momento mais crítico do voo.

### **3. CONCLUSÃO.**

#### **3.1. Fatos.**

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- c) o piloto era qualificado para realizar o voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) a escrituração das cadernetas de célula e motor estavam desatualizadas;

- g) o piloto possuía 26 horas e 30 minutos no modelo e 77 horas e 20 minutos totais de voo;
- h) o piloto não possuía a habilitação técnica para voo por instrumentos (IFR);
- i) houve atraso de um dia em relação ao planejado para a decolagem, em razão das condições meteorológicas, que não estavam favoráveis no aeródromo Parati no dia previsto;
- j) a aeronave decolou do aeródromo de Parati (SDTK) com quatro pessoas a bordo, o piloto e três passageiros;
- k) a rota proposta apresentava previsão de instabilidade atmosférica, com possibilidade de formações significativas ao longo da mesma;
- l) o piloto apresentou um plano AFIL para o APP-GW, com destino ao aeródromo de Ribeirão Preto (SBRB), sob regras de voo visuais, propôs o FL085 e o aeródromo de Ouro Fino como alternativa;
- m) um piloto de outra aeronave decolou do aeródromo de Parati, cumprindo a mesma rota, com uma defasagem de cinco minutos da decolagem do PT-KBV;
- n) os pilotos mantiveram contato bilateral pelo rádio na frequência 123,4 MHz, desde a decolagem, até próximo ao momento do acidente;
- o) o piloto da outra aeronave relatou que também mantinha o FL085, mas foi obrigado a subir para o FL105, em razão da degradação da meteorologia em rota, e sugeriu ao piloto do PT-KBV que também o fizesse;
- p) o PT-KBV manteve o FL085 e, em dado momento, reportou que as condições meteorológicas estavam se deteriorando e que tinha intenção de baixar
- q) o piloto do PT-KBV informou que estava “guardado”;
- r) a aeronave foi vista por observadores em trajetória descendente, girando em espiral e soltando partes em voo, na zona rural da cidade de Bueno Brandão-MG;
- s) houve separação de partes da estrutura em voo;
- t) as partes desprendidas ficaram espalhadas em uma área de aproximadamente 190mx70m;
- u) o ângulo de impacto foi de aproximadamente 80° e a distribuição dos destroços ocorreu de maneira predominantemente linear;
- v) os danos causados nas hélices se deram em razão do impacto contra o solo;
- w) as fraturas na seção da fuselagem se apresentavam com indicativos de quebra por sobrecarga;
- x) a aeronave ficou destruída; e
- y) os quatro ocupantes faleceram no local.

### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos – contribuiu.**

As circunstâncias sob as quais se deu esta ocorrência indicam que o piloto não aplicou os comandos de forma efetiva no sentido de manter os parâmetros de voo ou corrigir as atitudes enfrentadas pela aeronave, decorrentes da provável desorientação, possibilitando a perda de controle da aeronave na fase cruzeiro.

- **Condições meteorológicas adversas – contribuiu.**

As informações meteorológicas disponíveis indicavam que havia a possibilidade de formação de fenômenos meteorológicos significativos, como nuvens de grande desenvolvimento vertical, do tipo CB e TCU, a partir de 2.000ft de altitude. A entrada da aeronave em áreas de grande instabilidade e convecção térmica potencializou as dificuldades em que o piloto já se encontrava para manter o controle da aeronave.

**- Desorientação – indeterminado**

Uma condição de voo, sem referências externas, em especial para um piloto não habilitado ao voo sob condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC), pode ocasionar uma alteração dos referenciais vestibulares (sistema de equilíbrio do corpo humano), contribuindo para uma provável desorientação espacial.

**- Indisciplina de voo – contribuiu.**

Ficou caracterizado o descumprimento de norma operacional e infração de regras de tráfego aéreo, visto que o piloto manteve-se voando no FL085, mesmo quando as condições meteorológicas se degradaram nesse nível, permitindo-se voar sob condições marginais de visibilidade, até o ponto de inviabilizar o voo sob condições visuais, extrapolando intencionalmente os limites mínimos preconizados para operação VFR estabelecidos na ICA 100-12.

**- Julgamento de Pilotagem – contribuiu.**

O piloto não avaliou adequadamente os riscos decorrentes de voar sob condições meteorológicas marginais para a manutenção do voo VMC, ou o risco de degradação das condições meteorológicas naquele nível, ao decidir manter-se no FL085, até o ponto onde as condições tornaram-se impeditivas para o voo VFR, obrigando-o a voar sob condições IMC, para as quais não era habilitado.

**- Planejamento de Voo – indeterminado.**

Existe a possibilidade de que as condições meteorológicas em rota não tenham sido adequadamente analisadas ou que estas não tenham sido consideradas no planejamento, levando a um baixo nível de consciência situacional do piloto.

**- Pouca experiência do piloto – indeterminado.**

É plausível afirmar que as decisões impróprias adotadas pelo piloto, como a de manter-se voando em condições marginais de visibilidade, e a de não ter adotado ações no sentido de evitar a entrada em condições de voo desfavoráveis para a manutenção do voo visual podem ter decorrido, em boa medida, da pouca experiência do piloto na atividade aérea e na aeronave, sobretudo nas condições adversas encontradas na rota.

#### **4. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA**

*Medida de caráter preventivo ou corretivo emitida pelo CENIPA ou por um Elo-SIPAER para o seu respectivo âmbito de atuação, visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição latente, ou de falha ativa, resultado da investigação de uma ocorrência aeronáutica, ou de uma ação de prevenção e que, em nenhum caso, dará lugar a uma presunção de culpa ou responsabilidade civil, penal ou administrativa.*

*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-023/CENIPA/2015 - 01****Emitida em: 25/06/2018**

Assegurar-se de que os conhecimentos referentes ao reconhecimento das condições meteorológicas e as condições favoráveis para o voo de navegação em condições VMC, bem como, aos riscos decorrentes de entradas inadvertidas em condições de voo por instrumentos sem a devida habilitação sejam transmitidos aos alunos das escolas de formação de pilotos da aviação civil e dos aeroclubes.

**A-023/CENIPA/2015 - 02****Emitida em: 25/06/2018**

Atuar junto às escolas de formação de pilotos da aviação civil e aos aeroclubes, no sentido de incluírem no seu conteúdo programático instrução relativa aos limites estruturais das aeronaves, enfatizando acerca dos riscos de extrapolação dos limites dos fatores de carga em voo, cujas consequências podem culminar com a separação estrutural, nos casos de perda de controle em voo.

**5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA.**

Não houve.

Em, 25 de junho de 2018.