

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A - 084/CENIPA/2013**

<b><u>OCORRÊNCIA:</u></b>	<b>ACIDENTE</b>
<b><u>AERONAVE:</u></b>	<b>PR-VAR</b>
<b><u>MODELO:</u></b>	<b>AT-502B</b>
<b><u>DATA:</u></b>	<b>30ABR2013</b>



# ADVERTÊNCIA

*Conforme 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 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 podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.*

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

*O objetivo exclusivo deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência a acatá-las será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou o que corresponder ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual estão sendo dirigidas.*

*Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do Anexo 13 da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro através 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. A utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, macula o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal.*

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

**ÍNDICE**

SINOPSE.....	4
GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS.....	5
1 INFORMAÇÕES FACTUAIS .....	6
1.1 Histórico da ocorrência.....	6
1.2 Lesões pessoais.....	6
1.3 Danos à aeronave .....	6
1.4 Outros danos .....	6
1.5 Informações acerca do pessoal envolvido.....	6
1.5.1 Informações acerca dos tripulantes.....	6
1.6 Informações acerca da aeronave .....	7
1.7 Informações meteorológicas.....	7
1.8 Auxílios à navegação.....	7
1.9 Comunicações.....	7
1.10 Informações acerca do aeródromo .....	7
1.11 Gravadores de voo .....	7
1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços.....	8
1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	9
1.13.1 Aspectos médicos.....	9
1.13.2 Informações ergonômicas .....	9
1.13.3 Aspectos psicológicos .....	9
1.14 Informações acerca de fogo .....	10
1.15 Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	10
1.16 Exames, testes e pesquisas .....	11
1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento.....	12
1.18 Informações operacionais.....	12
1.19 Informações adicionais.....	15
1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação .....	15
2 ANÁLISE .....	15
3 CONCLUSÃO .....	18
3.1 Fatos.....	18
3.2 Fatores contribuintes .....	19
3.2.1 Fator Humano.....	19
3.2.2 Fator Operacional.....	20
3.2.3 Fator Material.....	20
4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA .....	21
5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA .....	21
6 DIVULGAÇÃO .....	21
7 ANEXOS.....	21

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-VAR, modelo AT-502B, ocorrido em 30ABR2013, classificado perda de controle em voo.

Após completar uma passagem de aplicação de defensivos agrícolas, a aeronave colidiu contra o solo.

O piloto faleceu no local.

A aeronave teve danos graves.

Não houve a designação de Representante Acreditado, porém o *National Transportation Safety Board* (NTSB) indicou um assessor técnico da *Air Tractor* para apoiar a investigação.

Houve a designação de Representante Acreditado do TSB – Canadá.

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
GPS	<i>Global Positioning System</i>
Lat	Latitude
Long	Longitude
MNTE	Monomotor terrestre
NBR	Norma Brasileira Registrada
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
PAGR	Piloto Agrícola
PCM	Habilitação de Piloto Comercial - Avião
PPR	Habilitação de Piloto Privado - Avião
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SHP	<i>Shaft Horse Power</i> – unidade de potência
SINDAG	Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>

<b>AERONAVE</b>	<b>Modelo:</b> AT-502B <b>Matrícula:</b> PR-VAR <b>Fabricante:</b> <i>Air Tractor</i>	<b>Operador:</b> Particular
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>Data/hora:</b> 30ABR2013 / 21:32 UTC <b>Local:</b> Fazenda Bom Jesus, MT <b>Lat.</b> 13°18'47"S – <b>Long.</b> 058°02'31"W <b>Município – UF:</b> Campo Novo do Parecis - MT	<b>Tipo:</b> Perda de controle em voo

## 1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

### 1.1 Histórico da ocorrência

A aeronave decolou da área da pista de pouso e decolagem eventual localizada na Fazenda Bom Jesus, Campo Novo do Parecis, MT, às 17h10min, com um piloto a bordo, a fim de realizar um voo de aplicação de defensivos agrícolas.

Às 17h32min, a aeronave colidiu contra o solo em uma área próxima ao ponto de término da última passagem de aplicação de defensivos agrícolas.

### 1.2 Danos pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	01	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

### 1.3 Lesões à aeronave

A aeronave ficou completamente destruída.

### 1.4 Outros danos

Não houve.

### 1.5 Informações acerca do pessoal envolvido

#### 1.5.1 Informações acerca dos tripulantes

HORAS VOADAS	
DISCRIMINAÇÃO	PILOTO
Totais	1170:00
Totais, nos últimos 30 dias	49:30
Totais, nas últimas 24 horas	05:50
Neste tipo de aeronave	136:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	49:30
Neste tipo, nas últimas 24 horas	05:50

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

#### 1.5.1.1 Formação

O piloto realizou o curso de Piloto Privado – Avião (PPR) no Aero clube de Várzea Grande, MT, em 2003.

### **1.5.1.2 Validade e categoria das licenças e certificados**

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial – Avião (PCM) e estava com as habilitações técnicas de Aviões Monomotores Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola (PAGR) válidas.

### **1.5.1.3 Qualificação e experiência de voo**

O piloto estava qualificado e possuía experiência suficiente para realizar o tipo de voo.

### **1.5.1.4 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 502B-2856, foi fabricada pela *Air Tractor*, em 2012.

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam com as escriturações atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo “100 horas”, foi realizada em 13ABR2013 pela oficina HAR3 - Hangar, Aviões, Revisões, Recuperações e Revenda de Materiais Aeronáuticos Ltda., em Santo Antônio de Leverger, MT, estando com 64 horas e 40 minutos voadas após a inspeção.

A aeronave foi adquirida diretamente do fabricante e passou pelo processo de nacionalização em janeiro de 2013. Na data do acidente, a mesma possuía o total de 167 horas de célula desde nova e ainda não havia atingido o quantitativo de horas para a execução da revisão geral.

## **1.7 Informações meteorológicas**

As condições eram favoráveis ao voo visual.

## **1.8 Auxílios à navegação**

Nada a relatar.

## **1.9 Comunicações**

Nada a relatar.

## **1.10 Informações acerca do aeródromo**

O acidente ocorreu fora de aeródromo.

## **1.11 Gravadores de voo**

Não instalados e não requeridos, porém havia a bordo da aeronave o equipamento *Global Position System (GPS) Satloc Bantam Part Number 806-1034-000#E* – número de série 1240-161378-0009, o qual armazenava em sua memória um mapa gráfico com o perfil de voo da aeronave.



Figura 1 - CPU do equipamento GPS da aeronave PR-VAR.

Durante a investigação, foi feita a recuperação dos dados gravados e armazenados na memória não volátil do GPS, obtendo-se a altimetria, a proa e a velocidade dos voos do dia do acidente e de voos anteriores.

O equipamento GPS estava programado para armazenar as informações a partir do momento em que a velocidade da aeronave em relação ao solo fosse superior a 72km/h, equivalente a 39kt, desde que estivesse ligado.

### 1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços

Não houve a separação de partes da aeronave em voo e todos os destroços ficaram concentrados.



Figura 2 - Vista frontal da aeronave.



Figura 3 - Cabine da aeronave.

O impacto contra o solo ocorreu com um ângulo de aproximadamente 60° e deslocamento horizontal praticamente nulo.



Figura 4 - Ruptura da fuselagem após o impacto.

Em razão do ângulo de impacto de 60°, aproximadamente, a parte dianteira da aeronave ficou enterrada e houve ruptura da estrutura da fuselagem em um ponto à frente da cabine.

O velocímetro permaneceu com a indicação de 132kt.



Figura 5 - Velocímetro com a indicação de 132Kt.

### 1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas

#### 1.13.1 Aspectos médicos

Nada a relatar.

#### 1.13.2 Informações ergonômicas

Nada a relatar.

#### 1.13.3 Aspectos psicológicos

##### 1.13.3.1 Informações individuais

O piloto trabalhou como técnico agrícola antes de começar a voar.

Essa atividade proporcionou ao piloto bons conhecimentos sobre o ritmo de trabalho e limitações operacionais para esse tipo de voo, o que, aliado ao seu perfil profissional responsável, teriam elevado seu reconhecimento entre os operadores da região.

De acordo com os dados levantados, apesar de ter sido destacado um perfil cuidadoso do piloto em voo, foram também relatadas observações de manobras abruptas à baixa altura realizadas pelo mesmo.

Segundo descrições fornecidas por um operador que conhecia o piloto e observou alguns de seus voos, as manobras abruptas que vinham sendo realizadas pelo piloto caracterizavam-se como “ascensões verticais com asas niveladas e reversões de pedal no topo”, configurando um perfil de voo semelhante ao descrito pelas testemunhas do acidente em questão, abordado no item 1.18 deste relatório.

Relatos deram conta que, dias antes do acidente, o piloto vinha realizando as curvas de reversão “balão”, nos voos de pulverização, de forma mais “apertada” e mais rápida.

No dia do acidente, o piloto não voou pela manhã. O mesmo resolvia algumas questões pessoais, quando, por volta das 14h, recebeu uma ligação solicitando o seu comparecimento à fazenda para a realização de quatro voos de pulverização.

Segundo relatos da pessoa que o acompanhava, após receber o telefonema, o piloto teria ido para a fazenda bastante apressado e nervoso, afirmando que gostaria de terminar logo os voos daquele dia.

Esse relato foi confirmado pelo técnico agrícola, que ouviu o piloto declarar, antes de sua primeira decolagem, que gostaria de terminar o serviço de forma rápida para ir embora.

O técnico agrícola também informou que, no dia do acidente, percebeu o piloto um pouco mais ansioso e, apesar de o dia estar bem quente, ele suava mais que o normal, além de mostrar-se nervoso.

### **1.13.3.2 Informações psicossociais**

Nada a relatar.

### **1.13.3.3 Informações organizacionais**

Na Fazenda Bom Jesus, até fevereiro de 2013, o serviço de pulverização agrícola era executado pelo piloto envolvido no acidente, que fazia uso de uma aeronave EMB-201.

Em fevereiro de 2013, a aeronave EMB-201 apresentou problemas técnicos. Nesse período, foi disponibilizada a aeronave AT-502B de matrícula PR-VAR para a execução dos serviços. Então, o piloto passou a utilizar apenas o AT-502B em sua primeira safra com este tipo de aeronave.

No período do acidente, a fazenda armazenava o combustível em um contêiner de metal. Entretanto, esse combustível era transportado até o local de abastecimento da aeronave por meio de um contêiner de plástico, o qual não cumpria os requisitos e procedimentos definidos pela ABNT NBR 15216.

A fazenda possuía um histórico de contaminação do combustível por água, em decorrência do uso do contêiner de plástico, fato que levou ao descarte de cerca de 1000 litros de combustível alguns meses antes do acidente.

A pista de operação da aeronave na fazenda também foi alvo de melhorias. Segundo informações, o seu nivelamento ocorreu dois dias antes do acidente, por solicitação do piloto, o qual havia declarado que não voaria até que a pista recebesse as devidas correções.

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

Houve um princípio de incêndio após o impacto da aeronave contra o solo, contudo o fogo foi rapidamente extinto por duas pessoas que trafegavam próximo ao local do acidente.

### **1.15 Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave**

O impacto contra o solo acionou o dispositivo *airbag*, mas o piloto faleceu após a colisão.



Figura 6 - Uso de um boneco para demonstrar a funcionalidade do *airbag* na aeronave AT-502B.



Figura 7 - Foto que indica o acionamento do *airbag* da aeronave PR-VAR.

### 1.16 Exames, testes e pesquisas

Durante os exames realizados nos destroços, verificou-se que não houve ruptura do cubo da hélice e que as pás apresentavam resistência à tentativa de movimentação do passo. No momento da colisão da aeronave contra o solo, o passo da hélice indicava que o motor operava com potência.

Além disso, ao se erguer a parte frontal da aeronave, que estava enterrada, também verificou-se, por meio da dobra da ponta da hélice para frente, que no momento da colisão contra o solo o motor operava em regime de elevada potência.

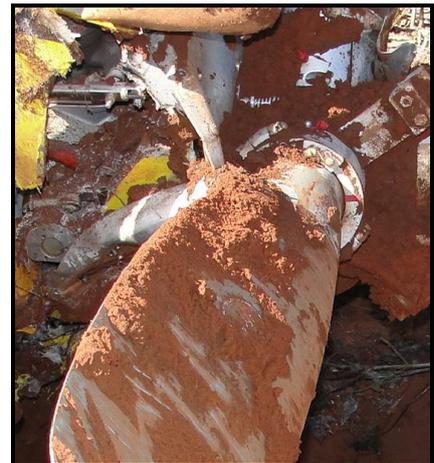


Figura 8 - Pá da hélice, destacada pelo círculo vermelho, indicando que o motor desenvolvia alta potência no momento do impacto contra o solo.

Os cabos de comando da aeronave estavam íntegros, com exceção do que movimentava o profundor esquerdo que se rompeu por esforço decorrente do impacto. O tubo de fixação do estabilizador horizontal esquerdo quebrou e esses componentes ficaram juntos à aeronave.



Figura 9 - Ruptura do estabilizador horizontal esquerdo em decorrência do impacto.



Figura 10 - Posição aproximada do sol no momento do impacto.

### 1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento

Nada a relatar.

### 1.18 Informações operacionais

As informações referentes aos horários de operação, velocidade da aeronave, altura do voo e proas foram obtidas a partir dos dados gravados na memória do GPS.

No dia do acidente, a primeira decolagem para início da operação de pulverização ocorreu às 15h16min.

A pista utilizada ficava ao lado da área a ser pulverizada.

O engenheiro agrônomo, que orientava a aplicação do produto químico na plantação de algodão, informou que o padrão de pulverização que estavam realizando previa uma altura de voo de 5m.

A pulverização estava sendo feita nas proas 090° e 270°, a uma altitude aproximada de 525m, de acordo com o GPS, entretanto estima-se que havia uma defasagem na altimetria apresentada nesse equipamento, este indicando cerca de 20m a mais.

O terreno pulverizado possuía uma altitude média de 504m. No sentido da proa 270° havia um declive, fato que favorecia um gradual aumento de velocidade durante o tiro de pulverização, conforme indicou o equipamento GPS.

Na proa 090°, ao contrário, a velocidade tendia a diminuir, conforme observado pela leitura do GPS.

De acordo com o *AT-502B Airplane Flight Manual*, a pulverização deve ser realizada com velocidade entre 117kt e 122kt.

Às 15h38min, a aeronave encerrou a primeira etapa de pulverização, na proa 090°, a 525m de altitude e velocidade de 118kt.

Em seguida, para execução do pouso, foi realizada uma curva a direita, com variação de altura, até a proa 169°. Nesta curva, a altitude máxima atingida foi de 612m e a velocidade mínima de 89kt, conforme perfil destacado na cor verde na figura 11.

Às 15h56min, a aeronave decolou para realizar a segunda etapa de pulverização. Esta foi encerrada às 16h17min, na proa 090°, a 527m de altitude e velocidade de 121kt.

Em seguida, para a execução do pouso foi realizada uma curva a direita, com variação de altura, até a proa 169°. Nesta curva, a altitude máxima atingida foi de 649m e a velocidade mínima de 75kt, conforme perfil destacado na cor vermelha na figura 11.

Às 16h37min, a aeronave decolou para realizar a terceira etapa de pulverização. Esta foi encerrada às 17h, na proa 090°, a 526m de altitude e velocidade de 124kt.

Em seguida, para a execução do pouso foi realizada uma curva a direita até a proa 169°. Nesta curva, a altitude máxima atingida foi de 631m e a velocidade mínima de 91kt, conforme perfil destacado na cor amarela na figura 11.

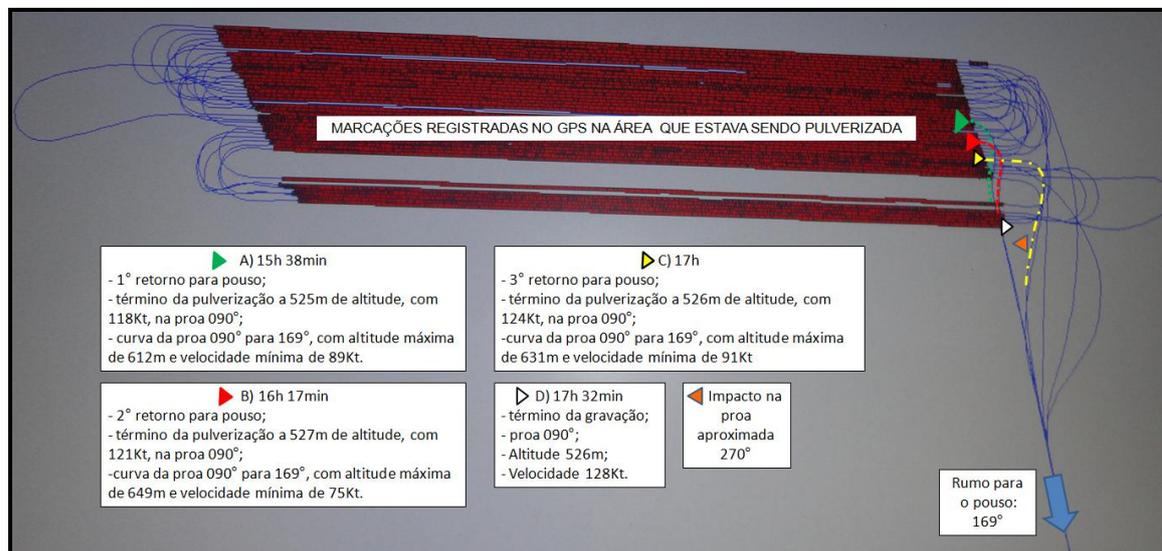


Figura 11 - Perfil do voo gravado no GPS.

Às 17h03min, a aeronave foi abastecida com 108 litros de combustível na asa esquerda, conforme solicitação do piloto.

Às 17h10min, o piloto decolou para quarta e última etapa de pulverização.

Às 17h32min, na coordenada 13°18'39"S / 058°02'43"W, coincidente com o término do tiro de pulverização (triângulo branco na figura 11 ou posição "P" na figura 12), o GPS parou de gravar o perfil de voo, com a aeronave na proa 090°, a 526m de altitude e com 128kt. Nos instantes finais da gravação, o GPS registrou um incremento de velocidade.

Quatro testemunhas, localizadas em posições diferentes (T1, T2, T3 e T4 - figura 12), visualizaram o perfil de voo da aeronave, após a conclusão do último tiro de pulverização. As entrevistas com essas pessoas ocorreram em momentos e locais distintos.

A primeira testemunha (posição T1 – figura 12) estava a bordo de um veículo que transitava por uma estrada que cortava a plantação de algodão, a cerca de 490m do ponto de impacto, e informou que passava frequentemente pelo local e estava acostumada a observar o perfil de voo do AT-502B durante as operações de pulverização.

Por meio da utilização de um objeto, essa testemunha descreveu a execução de uma manobra em que a aeronave subia em uma atitude longitudinal que se aproximava de 90° cabrados, com a manutenção de asas niveladas.

A mesma enfatizou que estava acostumada a observar a execução das curvas de reversão ou "balão", contudo esta manobra foi feita de forma diferente, sem inclinação de asas na fase inicial de subida.

Ressaltou que a aeronave ganhou bastante altitude e, na parte mais alta da manobra, o nariz, que apontava para o céu, passou a cair em direção à asa direita, até apontar para o solo. Informou que o ruído do motor era contínuo e só parou após o impacto.

A segunda testemunha (posição T2 – figura 12) deslocava-se a pé, a aproximadamente 630m do ponto de impacto, e visualizou a trajetória final da aeronave.

Esta enfatizou a ascensão quase vertical da aeronave, com as asas niveladas e com significativo ganho de altitude.

Disse que não viu a reversão do deslocamento de subida para descida, contudo mencionou ter visto a trajetória final antes do impacto, com a aeronave em atitude de quase 90° picados.

Informou que houve uma rápida oscilação de asas antes do impacto e ruído contínuo do motor até a colisão.



Figura 12 - Localização das testemunhas. O perfil de voo após a posição “P” foi montado com base em relatos.

A terceira testemunha (posição T3 – figura 12) estava no quintal de sua residência, a cerca de 1115m do ponto de impacto, e mencionou o seguinte: “o piloto deve ter feito uma manobra que não deu certo”.

Ao ser questionada sobre o motivo que ocasionou essa impressão, informou que a aeronave subiu de forma agressiva, apontando o nariz para o céu, com asas niveladas e ganhando muita altura.

Descreveu o topo da manobra como um “giro torto pela direita, quase no ponto, saindo apontando o chão.” Em relação ao ruído do motor, informou o seguinte: “o motor estava cheio até bater no chão”.

A quarta testemunha (posição T4 – figura 12) estava no quintal de sua residência, a cerca de 1150m do ponto de impacto, e informou ter visto a aeronave iniciar a subida com o nariz apontando para o céu. Disse que a aeronave sumiu momentaneamente em meio às folhagens de uma árvore e reapareceu em uma posição que indicava considerável ganho de altitude.

Informou que, na parte mais alta, o nariz da aeronave caiu para o lado direito. Em seguida, mencionou ter perdido momentaneamente a aeronave de vista, até que a mesma

apareceu com o nariz bem apoiado com o solo. Relatou que o motor fazia um ruído que só parou após o impacto.

De acordo com o *AT-502B Airplane Flight Manual*, manobras acrobáticas, incluindo o parafuso, não são aprovadas.

O manual de voo da aeronave apresenta as velocidades de estol para os pesos de 3.629kg e 2.812kg, conforme tabela a seguir.

Ainda de acordo com essa publicação, a altitude perdida para recuperação de um estol de asas niveladas é de 220ft, quando no peso de 3.629kg.

<b>STALL SPEEDS</b>					
Stall Speeds at 3,629 Kg. gross weight, power IDLE are as follows:					
<u>Angle of Bank (Degrees)</u>	0	15	30	45	60
Stall Speed (Knots-CAS) Flaps Up	72	73	77	86	102
Stall Speed (Knots-CAS) Flaps Down	60	61	64	71	84
Stall Speeds at 2,812 Kg. gross weight, power IDLE are as follows:					
<u>Angle of Bank (Degrees)</u>	0	15	30	45	60
Stall Speed (Knots-CAS) Flaps Up	62	63	67	75	89
Stall Speed (Knots-CAS) Flaps Down	52	53	56	62	73

Figura 13 - Velocidades de estol - *AT-502B Airplane Flight Manual*.

### 1.19 Informações adicionais

De acordo com o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91.303.(e), nenhuma pessoa pode operar uma aeronave em voos acrobáticos abaixo de 1500 pés de altura.

A NBR 15216, que versava sobre “Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis – Controle da Qualidade no Armazenamento, Transporte e Abastecimento de Combustíveis de Aviação”, estabelecia os seguintes procedimentos:

#### Requisitos de equipamentos de transporte

“Não devem ser utilizados na construção de tanques, tubulações ou qualquer componente que entre em contato com combustíveis de aviação, material plástico, aço galvanizado, cobre, zinco, cádmio, ou suas ligas. No revestimento interno não deve ser utilizada tinta à base de silicato de zinco. Tubulações que não podem ser revestidas internamente em função do seu diâmetro devem ser de aço inoxidável ou alumínio.”

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

Não houve.

## 2 ANÁLISE

Na investigação buscou-se a identificação de fatores que pudessem ter favorecido a perda de controle da aeronave, como falha de sistemas, travamento de comandos, falha estrutural, restrições fisiológicas, procedimentos operacionais, aspectos psicológicos ou infraestrutura de apoio à operação.

Durante as pesquisas desenvolvidas nos destroços da aeronave, verificou-se que não houve ruptura do cubo da hélice e que o passo da hélice era compatível ao desenvolvimento de potência normal pelo motor.

Constatou-se que, na extremidade da pá da hélice que adentrou o solo no momento do impacto, havia uma dobra no sentido de deslocamento da aeronave (para frente), indicando que a mesma desenvolvia tração.

No último tiro de pulverização, na proa 090°, o esperado, com a manutenção de uma potência constante e da altura em relação ao solo, era uma tendência de redução de velocidade, em função do aclave do terreno.

Essa redução de velocidade foi observada, por meio da leitura do GPS, nos tiros anteriores na proa 090°. Contudo, no último tiro na proa 090°, nos instantes finais de gravação do GPS, a aeronave estava em processo de aceleração, evidenciando um incremento de potência.

Além disso, quatro testemunhas, localizadas entre 490m e 1150m do ponto de impacto, confirmaram o desenvolvimento de ruído contínuo do motor até o momento da colisão. Esse conjunto de informações indicou funcionalidade normal do grupo motopropulsor.

Não houve constatação de anormalidades nos testes feitos no combustível coletado do reservatório metálico. Quanto ao reservatório de plástico, utilizado no transporte de combustível até a aeronave durante a Ação Inicial, não havia combustível disponível para análise. Entretanto, sabe-se que este reservatório não atendia às especificações da ABNT NBR 15216.

No momento do impacto da aeronave contra o solo, houve a quebra do tubo de fixação do estabilizador horizontal esquerdo, fato que ocasionou a ruptura do cabo de atuação do profundor esquerdo. Todos esses componentes ficaram reunidos à estrutura da aeronave, indicando que não houve desprendimentos de superfícies em voo.

A perda de controle não foi motivada por falha dos cabos que movimentavam as superfícies que controlavam a aeronave, tendo em vista que estes estavam íntegros, com exceção do cabo do profundor esquerdo que se rompeu em decorrência do impacto.

O perfil de voo descrito pelas testemunhas, com ascensão quase na vertical e asas niveladas, seguido de giro de nariz da aeronave pela direita no topo da manobra, contrariando o torque que puxava o nariz para esquerda, indicou a necessidade de atuação dos comandos em diferentes posições.

Dessa forma, não foi possível estabelecer uma hipótese de travamento de comandos ou de mal súbito do piloto.

A rápida oscilação de asas antes do impacto, informada pela segunda testemunha, indicou um possível estol de alta.

Esta situação ocorre quando em alta velocidade, repentinamente, o piloto comanda o manche em toda a sua amplitude no sentido de subir o nariz da aeronave.

O ângulo de ataque crítico é atingido e ocorre o descolamento da camada limite da superfície da asa. Ressalta-se que o impacto, possivelmente, ocorreu com 132kt, de acordo com o registro do ponteiro do velocímetro.

No dia do acidente, o piloto realizou quatro decolagens para efetuar as operações de pulverização.

Por meio das informações armazenadas no GPS, constatou-se que, nos três primeiros voos, o último tiro de pulverização foi feito na proa 090°, terminando com velocidade entre 117kt e 124kt.

Após o tiro, a aeronave efetuava uma curva ascendente à direita até a proa 169° para enquadramento da pista para o pouso.

No quarto voo, de forma diferente dos anteriores, não houve o início de uma curva à direita e o GPS interrompeu a gravação, logo após a conclusão do tiro de pulverização.

Essa interrupção poderia ser justificada por uma falha no equipamento, desligamento intencional ou velocidade da aeronave em relação ao solo abaixo de 39kt, porém não foi possível comprovar o que ocasionou a interrupção de gravação no GPS.

A primeira e a segunda opção eram viáveis, a terceira poderia ser justificada pela rápida ascensão da aeronave, observada pelas testemunhas.

Dessa forma, a redução de 124kt para 39kt (velocidade em relação ao solo) teria ocorrido quase no plano vertical, com pouco deslocamento à frente.

Tal hipótese pode ser observada na figura 14, a seguir, pois essa rápida ascensão justificaria a aeronave terminar a pulverização na proa 090° e, com pouco deslocamento à frente, impactar contra o solo em um ângulo de cerca de 60° na proa aproximada de 270°.

Nos três voos anteriores, o GPS gravou todo o perfil de voo, inclusive após o término da pulverização, até o sobrevoio da pista durante o pouso, quando a velocidade foi reduzida abaixo de 39kt.

O fato de o GPS ter interrompido a gravação no momento exato do término de pulverização poderia indicar que o mesmo foi desligado de forma intencional, contudo não houve como comprovar tal hipótese.

A manobra descrita pelas testemunhas assemelha-se a um *stall turn*. Nela, a aeronave ascende quase em um plano vertical, sendo levada a uma condição de estol, com 180° de curva no topo, para posterior recuperação com perda de altitude (figura 14).

Caso o piloto tenha executado o *stall turn*, ele iniciou a manobra com o Sol na cauda da aeronave e, após a reversão no topo da manobra, passou a ter o Sol a sua frente, próximo à linha do horizonte, ficando sujeito a um ofuscamento da visão, o que pode ter favorecido uma situação de desorientação espacial.

O *stall turn* com curva de reversão pela direita, no topo da manobra, oferece maior dificuldade para execução. Nessa fase da manobra, com velocidades que se aproximam de zero, o torque é bastante atuante em puxar o nariz da aeronave para a esquerda. Então, o piloto deve estar bem consciente e ser efetivo na aplicação do comando de leme, contrariando o torque.

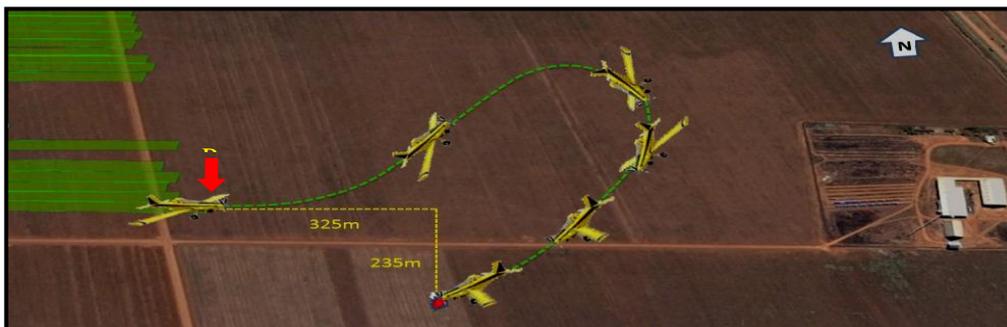


Figura 14 - Manobra descrita pelas testemunhas.

De acordo com o manual de voo da aeronave, manobras acrobáticas não são aprovadas no AT-502B. A mesma publicação cita que a perda de altitude para recuperação de um estol de asas niveladas é de 220ft, quando no peso de 3.629kg.

Além de a aeronave ser inadequada para a realização de manobras acrobáticas, o piloto não possuía habilitação que o qualificasse para esse fim e o RBHA 91.303.(e) proíbe a realização de manobras acrobáticas abaixo de 1500ft de altura.

Estima-se que a aeronave tenha iniciado a manobra a cerca de 10ft de altura. Não foi possível precisar o ganho de altura, mas pelo perfil descrito pelas testemunhas, um pouco antes do impacto, a atitude longitudinal da aeronave ainda se aproximava de 90° picados, denotando insuficiência de altura para recuperação.

O ângulo de impacto, os danos à aeronave e a indicação de velocímetro em 132kt demonstraram correlação com o resultado final esperado para o perfil de voo descrito pelas testemunhas.

Entretanto, a inexistência de um gravador de dados de voo impossibilitou a confirmação de que o piloto tenha efetuado um *stall turn* à baixa altura.

Outro aspecto que foi analisado, com base nos encerramentos anteriores das pulverizações na proa 090°, seguida de curvas ascendentes à direita para se encaixar nos parâmetros de altura e velocidade para pouso na proa 169°, refere-se à ansiedade pela conclusão do serviço naquele dia.

Isto pode ter motivado o piloto a tentar uma manobra rápida, com enquadramento da pista que se encontrava quase 90° à direita.

Tendo em vista que se tratava do último voo do dia, conclusão de uma jornada não programada com antecedência, que gerou a interrupção de tarefas particulares e o descontentamento do piloto, é possível que, reforçado pela sua progressiva confiança na aeronave, o mesmo tenha cedido a um impulso para a realização de uma manobra não planejada.

Nesse sentido, e com base nas conclusões de que, no momento do acidente, o piloto atuava nos comandos de voo e o motor desenvolvia potência, não se descarta a hipótese de que o estado emocional vulnerável assumido pelo piloto, somado à insatisfação que manifestou por realizar os voos de pulverização naquele dia, possam ter lhe gerado uma necessidade de compensação, fortalecendo um provável impulso pela execução de um procedimento não planejado e mais arrojado.

Procede avaliar também que, possivelmente devido aos mesmos motivos, os índices de estresse sob os quais o piloto já se encontrava podem ter favorecido uma percepção e julgamento menos precisos nos momentos finais do voo, levando-o a avaliar inadequadamente a possibilidade de execução de uma manobra incompatível com o modelo de aeronave voada e, provavelmente, ultrapassar seus próprios limites.

### **3 CONCLUSÃO**

#### **3.1 Fatos**

- a) o piloto estava com o CMA válido;
- b) o piloto estava com o CHT válido;
- c) o piloto era qualificado e possuía experiência suficiente para realizar o voo;
- d) a aeronave estava com o CA válido;

- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual;
- g) a primeira decolagem para início da operação de pulverização ocorreu às 15h16min;
- h) às 17h10min, o piloto decolou para quarta e última etapa de pulverização;
- i) às 17h32min, na coordenada 13°18'39"S 058°02'43"W, coincidente com o término do tiro de pulverização, o GPS parou de gravar o perfil de voo, com a aeronave na proa 090°, a 526m de altitude e com 128kt;
- j) às 17h32min, a aeronave colidiu contra o solo; e
- k) a aeronave teve danos graves; e
- l) o piloto sofreu lesões fatais.

## **3.2 Fatores contribuintes**

### **3.2.1 Fator Humano**

#### **3.2.1.1 Aspecto Médico**

##### **a) Desorientação – indeterminado**

Caso o piloto tenha efetuado um *stall turn*, a posição do Sol e as mudanças de atitude longitudinal podem ter favorecido alteração dos referenciais e contribuindo para uma possível desorientação espacial.

#### **3.2.1.2 Aspecto Psicológico**

##### **3.2.1.2.1 Informações Individuais**

##### **a) Atenção – indeterminado**

Possivelmente, o nível de atenção do piloto encontrava-se rebaixado no momento do acidente em virtude das alterações de seu estado emocional e do contexto de estresse sob o qual assumiu os voos no dia do acidente.

##### **b) Atitude – indeterminado**

O relativo aumento de confiança que o piloto vinha desenvolvendo em sua capacidade de pilotagem da aeronave, o estado emocional vulnerável apresentado pelo mesmo no dia do acidente e a insatisfação manifestada por realizar os voos de pulverização naquele dia podem ter gerado no piloto uma necessidade de compensação capaz de fortalecer um provável impulso para a execução de uma manobra não planejada e mais arrojada com a aeronave.

##### **c) Estado emocional – indeterminado**

O estado emocional nervoso e ansioso com que o piloto assumiu os voos de pulverização no dia do acidente pode ter contribuído para que o mesmo, impulsivamente, realizasse uma manobra incompatível com a aeronave e com a altura do voo.

**d) Indícios de estresse – indeterminado**

Os voos de pulverização realizados no dia do acidente não foram programados antecipadamente. Esse fato gerou insatisfação no piloto, podendo ter configurado um contexto de estresse sob o qual ele assumiu a atividade com pressa para terminá-la.

**e) Percepção – indeterminado**

As possíveis condições de estresse e ansiedade sob as quais os voos de pulverização foram realizados no dia do acidente podem ter contribuído para um rebaixamento progressivo da consciência situacional do piloto em voo, comprometendo sua percepção precisa dos fatores e condições que influenciariam na possível realização de uma manobra inadequada à aeronave e à altura do voo.

**f) Processo decisório – indeterminado**

Na hipótese da realização intencional da manobra em voo, percebeu-se uma avaliação inadequada para a execução da mesma, visto não ser um procedimento recomendado para o tipo de aeronave, para altura do voo e para o qual o piloto não era habilitado.

**3.2.1.2.2 Informações Psicossociais**

Não contribuiu.

**3.2.1.2.3 Informações organizacionais**

Nada a relatar.

**3.2.2 Fator Operacional****3.2.2.1 Concernentes à operação da aeronave****a) Indisciplina de voo – indeterminado**

Houve indícios que não puderam ser comprovados da execução de uma manobra incompatível com o tipo de aeronave, com a altura do voo e para a qual o piloto não era habilitado.

**b) Julgamento de Pilotagem – indeterminado**

De acordo com o relato de quatro testemunhas, o piloto executou uma manobra semelhante a um *stall turn*. Caso isso de fato tenha ocorrido, ele não possuía habilitação para a realização de manobras acrobáticas, além dessas não serem compatíveis com o AT-502B e com a altura do voo, o que, provavelmente, não foi devidamente avaliado pelo piloto.

**3.2.2.2 Concernentes aos órgãos ATS**

Não contribuiu.

**3.2.3 Fator Material****3.2.3.1 Concernentes à aeronave**

Não contribuiu.

**3.2.3.2 Concernentes a equipamentos e sistemas de tecnologia para ATS**

Não contribuiu.

#### 4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA

*É o estabelecimento de uma ação que a Autoridade Aeronáutica ou Elo-SIPAER emite para o seu âmbito de atuação, visando eliminar ou mitigar o risco de uma condição latente ou a consequência de uma falha ativa.*

*Sob a ótica do SIPAER, é essencial para a Segurança de Voo, referindo-se a um perigo específico e devendo ser cumprida num determinado prazo.*

##### **Recomendações de Segurança emitidas pelo CENIPA:**

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

**A-084/CENIPA/2013 – 001**

**Emitida em: 08/10/2014**

Divulgar o conteúdo do presente relatório durante a realização de seminários, palestras e atividades afins voltadas aos proprietários, operadores e exploradores de aeronaves agrícolas.

##### **Ao SINDAG, recomenda-se:**

**A-084/CENIPA/2013 – 002**

**Emitida em: 08/10/2014**

Divulgar os ensinamentos decorrentes desse acidente como forma de coibir a realização de manobras não condizentes com o modelo de aeronave e com a altura de voo.

#### 5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA

–Apesar de não ter sido constatada contaminação de combustível, em função da utilização de um contêiner de plástico para transporte de combustível até o local de abastecimento da aeronave, o SERIPA VI encaminhou o Ofício nº 40/CH/1164 (Protocolo COMAER nº 67018.000489/2013-24), em 19 de setembro de 2013, ao operador com as orientações existentes na ABNT NBR 15216.

#### 6 DIVULGAÇÃO

- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)
- Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG)
- SERIPA VI

#### 7 ANEXOS

Não há.

---

Em, 08 / 10 / 2014.