

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-188/CENIPA/2018**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PT-UIQ</b>
<b>MODELO:</b>	<b>EMB-202</b>
<b>DATA:</b>	<b>14DEZ2018</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 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-UIQ, modelo EMB-202, ocorrido em 14DEZ2018, classificado como “[LALT] Operação a baixa altitude”.

Após a última aplicação de defensivo agrícola, houve uma possível colisão contra uma árvore e o piloto realizou um pouso de emergência em uma plantação de cana-de-açúcar, próxima à Fazenda Dallas, a 67 km de distância de Nova Andradina, MS.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto saiu ileso.

Não houve a designação de Representante Acreditado.



## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
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.....	8
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.....	10
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	10
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.....	10
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	13
1.18. Informações operacionais.....	15
1.19. Informações adicionais.....	15
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	15
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>15</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>18</b>
3.1. Fatos.....	18
3.2. Fatores contribuintes.....	18
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>19</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>19</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AEHC	Álcool Etilico Hidratado Combustível
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APR-A	Subdivisão de Propulsão Aeronáutica
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAVOK	<i>Ceiling and Visibility OK</i> - condições de base das nuvens acima de 5.000 ft e de visibilidade horizontal acima de 10 km
CG	Centro de Gravidade
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i> - sistema diferencial de posicionamento global
GRSO	Gerenciamento de Risco à Segurança Operacional
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MGSO	Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
PAGA	Habilitação de Piloto Agrícola - Avião
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SAE	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Especializado Público
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TDPD	Trem de Pouso Principal Direito
TDPE	Trem de Pouso Principal Esquerdo
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> EMB-202 <b>Matrícula:</b> PT-UIQ <b>Fabricante:</b> EMBRAER	<b>Operador:</b> Nórdica Aviação Ltda.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 14DEZ2018 - 18:15 (UTC) <b>Local:</b> Fazenda Dallas <b>Lat. 21°54'54"S Long. 053°38'57"W</b> <b>Município - UF:</b> Nova Andradina-MS	<b>Tipo(s):</b> [LALT] Operação a baixa altitude <b>Subtipo(s):</b> NIL

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Nova Orlandia, zona rural do município de Nova Andradina, MS, às 18h55min (UTC), com destino a área de pouso da Fazenda Dallas, no mesmo município, para, a partir dela, realizar voo de aplicação de defensivos agrícolas, com um piloto a bordo.

Após a última aplicação, o piloto realizou um pouso de emergência em uma plantação de cana-de-açúcar, próxima à Fazenda Dallas, a 67 km de distância de Nova Andradina, MS.

A aeronave teve danos substanciais e o tripulante saiu ileso.



Figura 1 - Vista frontal da aeronave após o acidente.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais. Houve o colapso do trem de pouso principal e danos nas asas, motor e hélice.

### 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	2.517:17
Totais, nos últimos 30 dias	67:48
Totais, nas últimas 24 horas	01:00
Neste tipo de aeronave	2.510:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	67:48
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:00

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

### 1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroeste - Aero clube de Toledo, PR, em 1998.

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

O piloto possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola (PAGA) válidas.

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

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

### 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 200725, foi fabricada pela EMBRAER, em 1994, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Especializados (SAE).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula e motor disponibilizadas pelo operador estavam com as escriturações atualizadas, porém não estavam em conformidade com a IS 43.9-003, revisão A.

A caderneta de hélice apresentada pelo operador estava sem a parte IV.

A última inspeção da aeronave, do tipo "50 horas", foi realizada em 04DEZ2018 pela organização de manutenção Ipanema Serviços de Manutenção e Reparação de Aeronaves Ltda., em Campo Grande, MS, estando com 36 horas e 18 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave, do tipo "IAM", foi realizada em 08NOV2018 pela organização de manutenção Ipanema Serviços de Manutenção e Reparação de Aeronaves Ltda., em Campo Grande, MS, estando com 86 horas e 6 minutos voados após a revisão.

Em 23NOV2005, com 3.689 horas e 30 minutos desde nova, a célula da aeronave passou por modificação para o uso de etanol, conforme o Boletim de Serviço 200-028-0028.

O motor foi alterado para o uso de etanol, conforme registro de grande modificação - SEG VOO 001, no qual constava a informação de que a mudança para o uso de Álcool Etilíco Hidratado Combustível (AEHC) havia sido feita pela EMBRAER, sob licença da Indústria Aeronáutica Neiva Ltda., de acordo com o CHST 2004S10-01.

### 1.7. Informações meteorológicas.

As condições meteorológicas referentes à visibilidade estavam propícias à execução daquele tipo de voo. A temperatura estava em torno de 33°C, calculada a partir de uma média das localidades próximas.

Os *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) dos aeródromos próximos ao local do acidente traziam as seguintes informações:

METAR SBCG 141800Z 33012KT 300V360 9999 BKN045 FEW050TCU 32/18 Q1013=

METAR SBDN 141800Z 33006KT 250V0409999 SCT030 35/13 Q1014=

METAR SBDO 141800Z 01013KT 9999 BKN045 34/19 Q1012=.

O piloto declarou que a meteorologia estava “CAVOK”.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

### 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.

As informações que foram levantadas, durante a Ação Inicial, indicaram que a aeronave realizou o pouso forçado a, aproximadamente, 385 m do local de intenção de pouso pretendido, tendo percorrido aproximadamente 8 m no solo e girado 165° à direita, em torno de seu eixo vertical, parando com proa 195°, conforme a Figura 2.

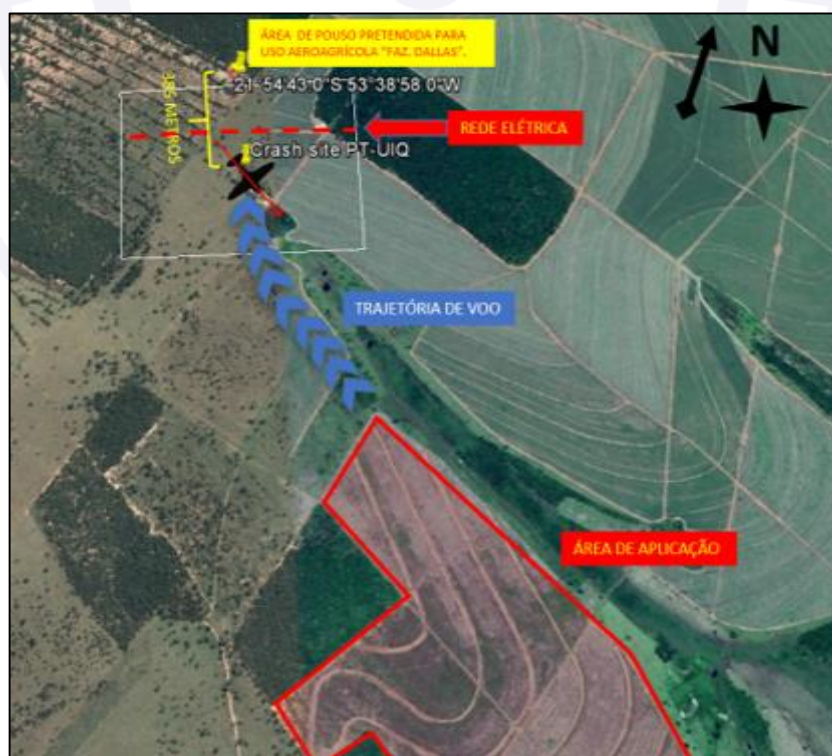


Figura 2 - Croqui da ocorrência. Fonte: Adaptado Google Earth.



Durante a Ação Inicial, observou-se, também, que o Trem de Pouso Principal Esquerdo (TDPE) colapsou e foi encontrado, de acordo com observadores, à frente da aeronave (Figura 3).



Figura 3 - TDPE que foi encontrado à frente da aeronave.

Já o Trem de Pouso Principal Direito (TDPD) também colapsou, porém, manteve-se conectado à aeronave, ficando calçado entre a região próxima à raiz do intradorso da asa direita da aeronave e o solo, conforme é possível verificar na Figura 4.



Figura 4 - Vista do TDPD conectado à aeronave.

Notou-se que as pás da hélice estavam entortadas para trás sem grandes amplitudes, em níveis decrescentes de severidade, não havendo ruptura ou fratura de nenhuma delas.

Também, foi observado que a asa direita apresentava marcas de impacto no farol de pouso, bem como na região central do bordo de ataque e intradorso, conforme indica a Figura 5.



Figura 5 - Marcas de impacto na região do bordo de ataque da asa direita.

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

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do piloto.

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

Nada a relatar.

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

Não houve evidência de que questões de ordem psicológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho do piloto.

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

Não houve fogo.

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

Nada a relatar.

### **1.16. Exames, testes e pesquisas.**

Uma vez que havia a suspeita de falha do motor em voo, fez-se necessário analisar o combustível a bordo da aeronave e proceder com a realização de testes e análises do grupo motopropulsor.

O combustível coletado no local do acidente foi submetido a ensaios físico-químicos, na Subdivisão de Propulsão Aeronáutica (APR-A), do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), onde concluiu-se que a amostra de etanol estava de acordo com a especificação exigida e não apresentava indícios de contaminação.

Os testes do motor *Lycoming IO-540-K1J5*, que equipava a aeronave, foram realizados nas dependências de uma organização de manutenção credenciada, sob supervisão de investigadores do Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA IV) e engenheiros do IAE, onde constatou-se que o motor se encontrava operacional, ou seja, nenhum tipo de pane ou discrepância foi observada durante os testes.

Uma vez que se observou, durante a Ação Inicial, que a asa direita da aeronave apresentava marcas de impacto, foi feita uma análise mais detalhada pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), a fim de se determinar se tais marcas seriam oriundas do impacto contra o solo, em decorrência do pouso forçado, ou de algum tipo de impacto ocorrido durante o voo.

O IAE relatou que no exame visual realizado, constatou-se a presença de fraturas típicas de sobrecarga na asa.

A Figura 6 apresenta uma vista geral da asa e a Figura 7 uma vista do bordo de ataque da asa, onde observa-se a direção da ação de dois impactos, possivelmente simultâneos, representada pelas setas brancas.

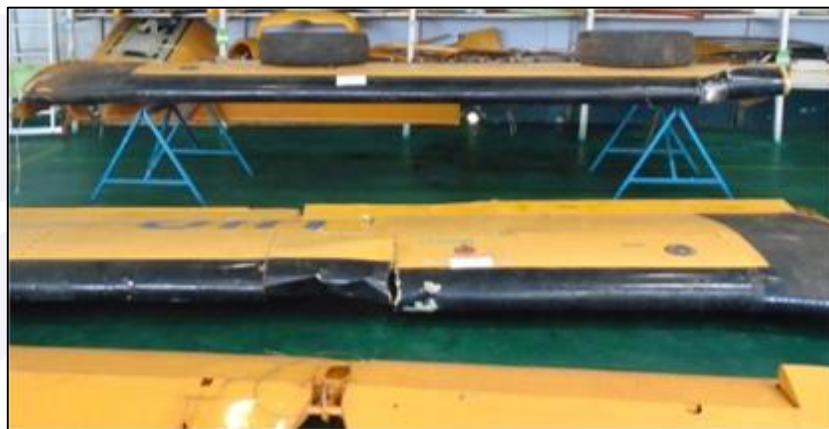


Figura 6 - Vista geral da asa.

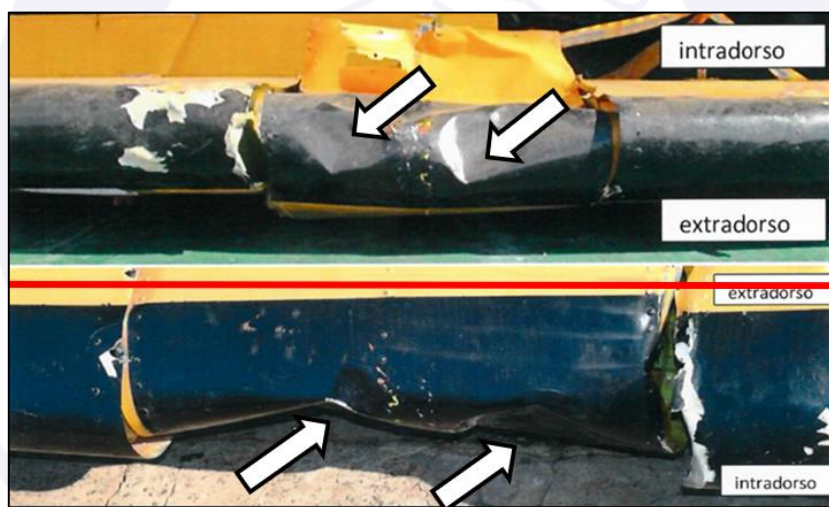


Figura 7 - Vista do bordo de ataque da asa e marcas de impacto.

Observou-se, também, conforme a Figura 8 (I e II), uma fratura a partir do intradorso, que ocorreu com angulação tendendo a  $45^\circ$ , típica de sobrecarga, conforme mostram as linhas brancas pontilhadas. Na Figura 8 (III e IV), tem-se o detalhe da região onde começou a fratura em ângulo e o detalhe da haste, com características de sobrecarga devido ao impacto, sendo que este, por sua vez (na haste), ocasionou a fratura em ângulo.





Figura 8 - Detalhes da fratura em ângulo da asa.

A partir da hipótese de que houve um impacto no bordo de ataque, analisou-se a possibilidade de que poderia ter havido uma colisão em voo da asa contra algum objeto/obstáculo vertical durante a última aplicação, corroborada pelo fato de que havia duas marcas provenientes de algum tipo de impacto no bordo de ataque da asa direita, segundo citado anteriormente.

As fotos de uma árvore contra a qual a aeronave poderia ter colidido durante o voo de aplicação foram georreferenciadas, conforme mostra a Figura 9.

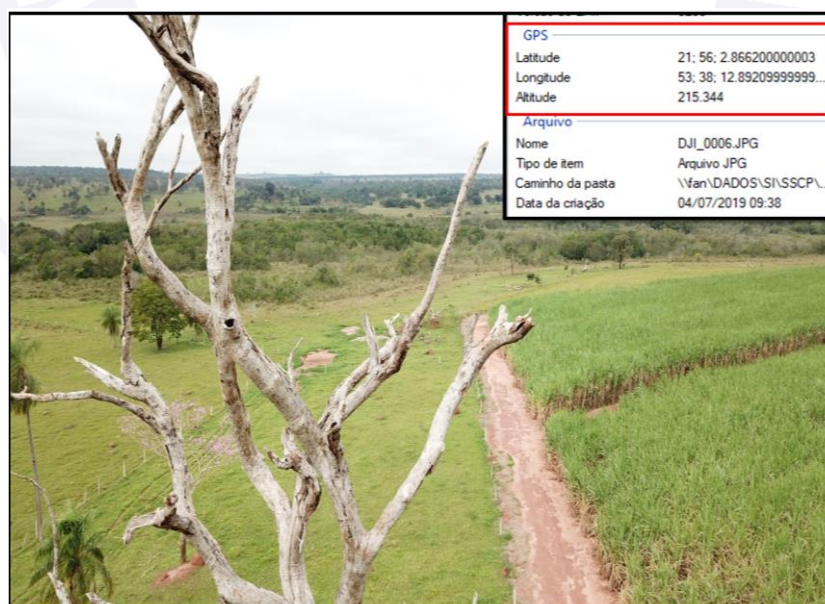


Figura 9 - Foto de uma árvore localizada na lateral da área de aplicação.

A aeronave PT-UIQ estava equipada com um *Differential Global Positioning System* (DGPS - sistema diferencial de posicionamento global), o qual era largamente utilizado na aviação agrícola e uma de suas funções era orientar o piloto na execução da aplicação do

defensivo agrícola em faixas paralelas e uniformemente espaçadas. O sistema também gravava informações e parâmetros do voo, para posterior reprodução e análise do operador.

A Comissão teve acesso às informações registradas no sistema de DGPS da aeronave naquele voo, o que tornou possível a análise da sua trajetória durante toda a aplicação, desde o início da decolagem até instantes antes do pouso forçado, quando a gravação foi interrompida ante a velocidade mínima configurada no *software* para iniciar ou terminar de gravar os dados de voo.

Analisando-se as trajetórias da aplicação de defensivo agrícola no voo em questão (especificamente o ponto próximo ao das coordenadas da árvore) e cruzando-se a informação das coordenadas do possível obstáculo contra a qual a aeronave pode ter colidido (21°56'2.8"S, 56°38'12.9"W *versus* 21°56'04.0"S, 53°38'12.6"W), constatou-se que o obstáculo se encontrava praticamente coincidente com o eixo da trajetória de aplicação.

Ou seja, mesmo levando em consideração que as informações oriundas de sistemas que utilizam fonte GPS (tanto as fotos quanto o sistema DGPS, neste caso) têm um relativo grau de imprecisão, pois as trajetórias de aplicação eram ovais, com curvas à esquerda, a aeronave por diversas vezes realizou sobrevoos próximos à árvore e na sua altura, já que as aplicações eram geralmente realizadas em altura próxima a do solo (3 m, de acordo com a ficha preenchida pelo piloto antes do voo).

A Figura 10 mostra as trajetórias gravadas pelo sistema de DGPS, com a gravação congelada no início de um dos tiros finais de aplicação em uma das pernas, na qual se observa que a aeronave realizou sobrevoos muito próximos à árvore apresentada na Figura 11.

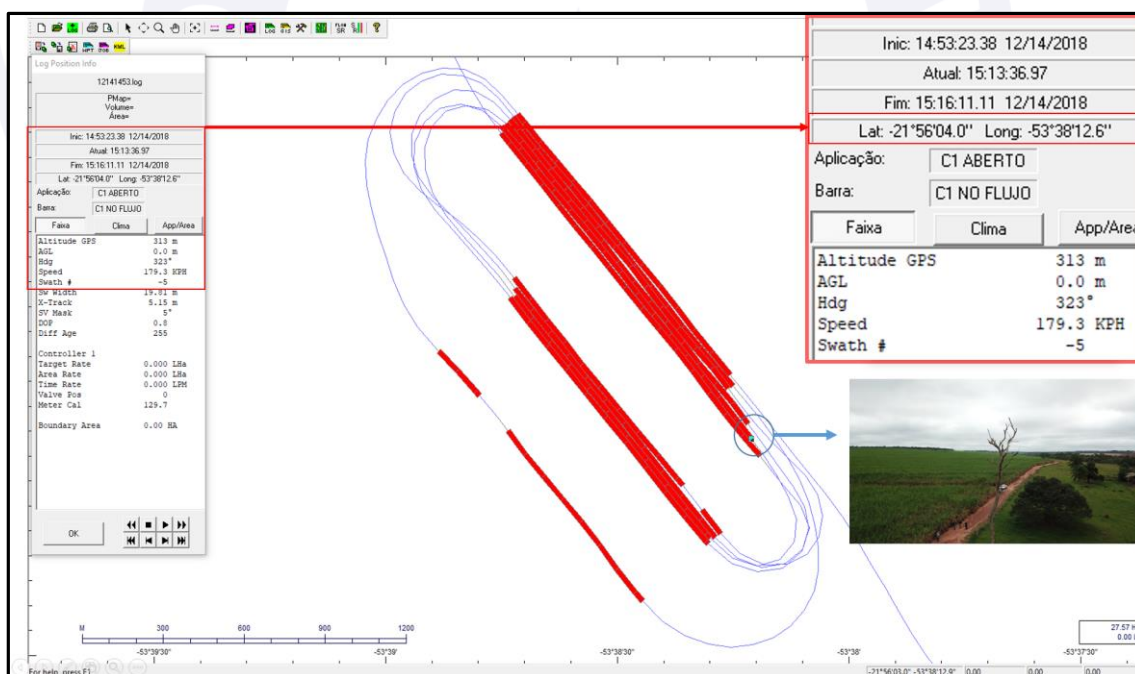


Figura 10 - Trajetória da aplicação em relação à árvore.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Sobre a análise de risco do voo do acidente, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 137, Emenda nº 0 (EMD 00), em vigor à época da ocorrência, previa a realização do Gerenciamento de Risco à Segurança Operacional (GRSO) como um elemento da estrutura do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO),



a ser colocado em prática pelos operadores. Especificamente, quanto ao uso do GRSO na implantação dos processos preventivos e preditivos do SGSO (terceira etapa), o Regulamento em questão previa:

[...] o estabelecimento do GRSO preventivo e preditivo, a partir da identificação de perigo à segurança operacional obtida por meio de relatórios, auditorias, inspeções, análise das atividades diárias ou outros métodos, que permitam a avaliação e implantação de ações mitigadoras aos riscos avaliados [...]

O Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO) do operador previa o seguinte, em relação à sistemática de identificação de perigos:

[...] desenvolverá e manterá meios formais de coletar, armazenar e gerar feedback sobre os perigos das operações, combinando métodos reativos, preventivos e preditivos de obtenção dos dados de segurança operacional, que incluem Recomendações de Segurança Operacional, sistemas de reporte mandatórios e confidenciais, Relatos da Aviação Civil - RAC, Vistorias e Auditorias de Segurança Operacional.

É considerada como perigo potencial a ocorrência de situações específicas em sua operação, tais como aumento incomum de Eventos de Segurança Operacional (ESO) ou de infrações, previsão de importantes mudanças operacionais ou períodos de mudanças organizacionais significativas.

Os processos de identificação de perigos incluem os seguintes passos:

- Identificação de perigos, eventos ou fatos relacionados à segurança operacional;
- Coleta e armazenamento de dados de segurança operacional;
- Análise dos dados de segurança operacional; e
- Distribuição de informações de segurança operacional, obtidas a partir dos dados coletados e analisados. [...]

No que se refere à identificação de perigos do operador, especificamente nas áreas de aplicação, como a aqui analisada referente a este acidente, o GRSO de tal área englobava dois registros, um como sendo o formulário para o GRSO em questão e o outro como sendo uma ficha de preenchimento do piloto, também referente ao GRSO.

O primeiro formulário contemplava a análise da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Dallas, o qual constava no campo “descrição do perigo” um alerta dizendo “cuidar com árvores na lateral da pista e com uma rede elétrica a 150 m da cabeceira 12”. Tanto nos campos “consequências”, “mitigação” e “implementação de medidas”, as observações referiam-se aos fatores (“perigos existentes”, “possibilidade de colisão”, “verificar o GRSO da pista”, etc.) da área de pouso eventual e de seus arredores, mas não da área de aplicação do voo em si.

O segundo formulário, o qual fora preenchido pelo piloto, continha um campo para preenchimento dos “riscos a serem considerados” e indicava a presença de “mata com coqueiros secos na lateral”. O mesmo formulário dizia que foi “feita uma vistoria prévia da área a ser trabalhada (antes do início da operação)”.

Outro campo de preenchimento continha as “medidas a serem tomadas para minimizar os riscos associados à operação”, o qual fora preenchido indicando que deveria se tomar cuidado na altura da rampa de aproximação e decolagem.

Assim, o formulário de GRSO do operador englobava apenas informações da área de pouso para uso aeroagrícola, mas não da área de aplicação em si, tampouco continha uma adequada análise que identificasse perigos e adotasse medidas eficientes de mitigação dos riscos.

Consequentemente, não foi realizada pelo operador e nem pelo piloto uma eficaz identificação dos reais perigos ali existentes, nem uma adequada gestão e mitigação dos riscos consequentes desses perigos, que poderiam comprometer a segurança da operação

aeroagrícola para aquela área, ainda que isso fosse previsto, teoricamente, no manual da empresa.

### 1.18. Informações operacionais.

Tratava-se do primeiro voo de aplicação de defensivos agrícolas do dia.

Foram utilizados os seguintes valores para o cálculo do peso de decolagem:

- Peso Básico da Aeronave: 1.113 kg
- Peso do Combustível Abastecido:  $140\text{l} \times 0,81 \text{ kg/l} = 113,4 \text{ kg}$ ;
- Peso do Produto Químico:  $680\text{l} \times 1 \text{ kg/l} = 680 \text{ kg}$ ; e
- Peso do Piloto: 84 kg.

A soma desses valores resultou em 1.898 kg e o peso máximo de decolagem previsto pelo fabricante era de 1.800 kg.

Porém, no momento do acidente, seu peso estava dentro dos limites, devido ao consumo de 26,27 kg de combustível e da pulverização de 680 kg do produto agrícola.

Conforme o relato do piloto, após a última aplicação do produto, ele comandou uma ascensão da aeronave para a altura de aproximadamente 25 m sobre o terreno, quando o parâmetro de RPM do motor começou a oscilar.

Mesmo tendo realizado os procedimentos previstos em *checklist* para uma falha de motor, não houve efeito na aeronave. Ao perceber que a manutenção do voo reto e nivelado não era mais possível e que existia uma linha de alta tensão entre a sua trajetória e a cabeceira da área de pouso, o piloto decidiu realizar um pouso forçado em uma plantação de cana-de-açúcar.

Segundo relatado, para evitar uma possível colisão com os fios de alta tensão da rede elétrica, o piloto aplicou o comando no pedal direito da aeronave, com a intenção de que houvesse uma guinada em torno do eixo vertical do avião à direita e que, assim, fosse evitada a colisão com os fios, durante a tentativa de pouso.

O voo ocorreu em horário em que o sol estava na direção oeste e, dada a sua trajetória durante as aplicações no setor direito da área, ele ficaria na proa da aeronave indicada em 1.16.

### 1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se do primeiro voo do dia de aplicação de defensivo agrícola.

O piloto estava qualificado e era experiente naquele tipo de voo.

As condições meteorológicas estavam propícias à execução daquele tipo de voo. A temperatura estava em torno de 33°C, calculada a partir de uma média das localidades próximas.

De acordo com as informações levantadas, durante a decolagem, a aeronave estava com o peso além do valor máximo previsto no manual do fabricante. Tal fato, contudo, não interferiu na ocorrência, visto que, no momento do acidente, ela estava dentro dos limites em função do consumo de combustível e da pulverização de defensivo agrícola do *Hopper*.

Conforme as declarações do piloto, após a última aplicação do produto, ele comandou uma ascensão da aeronave para a altura de aproximadamente 25 m sobre o terreno, quando o parâmetro de RPM do motor começou a oscilar. Mesmo tendo realizado os procedimentos previstos em *checklist* para uma falha de motor, não houve efeito na aeronave. Ao perceber que a manutenção do voo reto e nivelado não era mais possível e que existia uma linha de alta tensão entre a sua trajetória e a cabeceira da área de pouso para uso aeroagrícola, o piloto decidiu realizar o pouso forçado em uma plantação de cana-de-açúcar.

Uma vez que havia uma suspeita de falha do motor em voo, fez-se necessário analisar o combustível a bordo da aeronave e proceder com a realização de testes e análises do grupo motopropulsor.

O combustível coletado no local do acidente foi submetido a ensaios físico-químicos, que concluíram que a amostra de etanol estava de acordo com a especificação exigida e não apresentava indícios de contaminação. A hipótese de pane seca foi descartada em função da quantidade de combustível remanescente a bordo.

A aeronave havia realizado a modificação para o uso de etanol, seguindo os procedimentos requeridos.

As pás da hélice estavam entortadas para trás sem grandes amplitudes, em níveis decrescentes de severidade, não havendo ruptura ou fratura de nenhuma delas, o que indicava que a aeronave havia realizado o pouso forçado sem que o motor estivesse com potência de voo.

No teste do motor que equipava a aeronave constatou-se que ele se encontrava operacional, ou seja, nenhum tipo de pane ou discrepância foi observada. Dessa maneira, concluiu-se que o motor estava funcionando no momento do pouso com potência reduzida.

Uma vez que se observara, durante a ação inicial, que a asa direita da aeronave apresentava marcas de impacto, foi realizada uma análise mais detalhada, a fim de determinar se tais marcas seriam oriundas do impacto contra o solo, em decorrência do pouso forçado, ou de algum tipo de colisão ocorrida durante o voo.

Nos exames realizados no DCTA constatou-se a presença de fraturas típicas de sobrecarga na asa direita e foram identificadas no bordo de ataque duas marcas de impacto, possivelmente simultâneas.

Observou-se, também, uma fratura a partir do intradorso que ocorreu com angulação, tendendo a 45°, típica de sobrecarga. Foi visualizada a região onde começou a fratura em ângulo e o detalhe da haste, com características de sobrecarga devido ao impacto, sendo que este, por sua vez (na haste), ocasionou a fratura em ângulo.

A partir da hipótese de que houve um impacto no bordo de ataque, analisou-se a possibilidade de que poderia ter havido uma colisão em voo da asa contra algum objeto/obstáculo vertical durante a última aplicação, corroborada pelo fato de que havia duas marcas provenientes de algum tipo de colisão no bordo de ataque da asa direita.

Tais marcas corresponderiam possivelmente a impactos causados por galhos de árvores ou algo similar, em função da presença de vegetação alta na região.

Comparando as trajetórias do voo gravadas no DGPS da aeronave com a posição de uma árvore, conseguida por meio de fotos georreferenciadas, constatou-se que a aeronave a sobrevoou.

Ou seja, mesmo levando em consideração que as informações oriundas de sistemas que utilizam fonte GPS (tanto as fotos quanto o sistema DGPS, neste caso) têm um relativo grau de imprecisão, a aeronave por diversas vezes passou perto da árvore e na sua altura.

Tal análise fortaleceu a hipótese de que houve uma colisão do bordo de ataque da asa direita contra um obstáculo vertical, neste caso, uma árvore. O fato de a aeronave ter realizado o pouso forçado com um movimento de guinada lateral à direita pode ter decorrido em função da própria atuação deliberada do piloto nos comandos ou do fato de que, no caso de ter ocorrido tal impacto na região do bordo de ataque da asa durante o voo, o perfil aerodinâmico da asa teria sido comprometido.

Em uma situação como essa, de danos no perfil da asa (intradorso e bordo de ataque na direção da região que compreende o aileron e o flape), o fluxo de ar passaria a ser turbilhonado ao longo do perfil, diminuindo a sustentação da asa e comprometendo a efetividade do aileron e dos flapes.

Com essas forças aerodinâmicas atuando na asa direita: maior arrasto; menor sustentação da asa e dos flapes; e com a diminuição da efetividade do aileron; nos instantes em que a velocidade diminuísse durante o pouso forçado, um momento de guinada à direita poderia ter ocorrido.

O fato de o voo ter ocorrido em horário cujo sol estava na direção oeste, dada a trajetória da aeronave durante as aplicações no setor direito da área, pode ter ocasionado o ofuscamento do piloto e, conseqüentemente, a inadequada visualização do obstáculo.

O fato de o obstáculo vertical se encontrar na lateral direita de uma parte da área de aplicação pode ter tido relação com a sua não visualização por parte do piloto, pois ele estaria com a atenção voltada para a área de aplicação, ou seja, à esquerda da referida árvore, uma vez que as curvas nas trajetórias foram todas realizadas para este lado.

Com relação à identificação de perigos pelo operador, especificamente nas áreas de aplicação, como a aqui analisada, o GRSO de tal área englobava dois registros, um como sendo o formulário para o GRSO em questão e o outro como sendo uma ficha de preenchimento do piloto, também referente ao GRSO.

Não foi realizada pelo operador, tanto pelo responsável pela gestão da segurança operacional da empresa, quanto pelo piloto; uma eficaz identificação dos reais perigos ali existentes. Não foi realizada, também, uma adequada gestão e mitigação dos riscos conseqüentes desses perigos, os quais poderiam comprometer a segurança da operação aeroagrícola para aquela área, ainda que isso fosse previsto, teoricamente, no manual da empresa.

O formulário de GRSO do operador englobava apenas informações da área de pouso para uso aeroagrícola, mas não da área de aplicação em si, tampouco continha uma adequada análise que identificasse perigos e adotasse medidas eficientes de mitigação dos riscos. O fato de a aeronave ter decolado com o peso acima do máximo de decolagem também demonstrou um GRSO inadequado.

Nessas condições, existia, de fato, um obstáculo vertical de massa, altura, forma e rigidez consideráveis, nesse caso uma árvore, localizada exatamente na lateral da área de aplicação, a qual representava um perigo àquela operação e que deveria ter sido corretamente identificado, bem como o risco conseqüente de sua localização deveria ter sido adequadamente mitigado pelos envolvidos, quer seja pelo piloto ou pelo operador.

Dessa forma, a hipótese mais viável foi a de que a aeronave colidiu com o bordo de ataque da asa direita contra um obstáculo vertical, constituindo-se uma “falha ativa” que pode ter estado associada a um decréscimo de atenção do piloto e, eventualmente, à diminuição da sua consciência situacional, dada sua experiência no tipo de voo.

Tal “falha ativa” estaria relacionada à condição latente organizacional, uma vez que o obstáculo representava um perigo àquela operação, o qual não foi corretamente identificado e não teve seu risco mitigado por parte do piloto e nem do operador. As ferramentas de GRSO, para aquela situação, não foram eficazes, visto que não houve a identificação



correta do perigo no planejamento de voo e nem a tomada de medidas eficientes para a mitigação do risco associado à operação na área que englobava o obstáculo.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas;
- b) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava fora dos limites de peso e balanceamento na decolagem, porém dentro deles na hora do acidente;
- f) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- g) a aeronave realizava voo de aplicação agrícola;
- h) o piloto realizou um pouso forçado depois da última aplicação;
- i) a asa direita apresentava indícios de impacto em dois pontos, próximos ao bordo de ataque;
- j) havia uma árvore localizada na área de aplicação e sua localização coincidia com a trajetória do voo realizado, obtida por meio da extração dos dados do DGPS da aeronave;
- k) as análises do combustível indicaram que estavam conforme as especificações;
- l) os testes no motor não indicaram qualquer anormalidade;
- m) a aeronave teve danos substanciais; e
- n) o piloto saiu ileso.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Atenção - indeterminado.**

A atenção do piloto pode ter sido desviada para o local de aplicação do defensivo agrícola ou rebaixada devido à sua experiência no tipo de voo.

- **Percepção - indeterminado.**

O fato de o voo ter ocorrido em horário cujo sol estava na direção oeste, dada a trajetória da aeronave durante as aplicações no setor direito da área, pode ter ocasionado o seu ofuscamento e conseqüentemente a redução da sua consciência situacional causando uma inadequada visualização do obstáculo.

Além disso, o obstáculo vertical se encontrava na lateral direita de uma parte da área de aplicação, o que pode ter tido relação com a sua não visualização por parte do piloto.

- **Supervisão gerencial - indeterminado.**

As ferramentas de GRSO, para a possível situação de colisão, não foram eficazes, visto que não houve a identificação correta do perigo no planejamento de voo e nem a tomada de medidas eficientes para a mitigação do risco associado à operação na área que englobava o obstáculo.



#### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

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

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

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

**A-188/CENIPA/2018 - 01**

**Emitida em: 30/03/2023**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação à empresa Aeroagrícola Nórdica Ltda. a fim de contribuir para a melhoria dos processos de Gerenciamento de Risco à Segurança Operacional (GRSO), buscando uma efetiva identificação de perigos, além da mitigação e gestão dos riscos envolvidos em suas operações de voos de aplicação de defensivos agrícolas.

#### 5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

O novo Gestor de Segurança Operacional do operador realizou treinamentos sobre Segurança Operacional, em que abordou o tema referente à identificação de perigos e mitigação dos riscos da área a ser operada.

Além disso, foi implementada uma ficha anexa ao processo de gerenciamento de risco, para que fosse definido o risco potencial da operação na área a ser trabalhada, bem como a identificação dos obstáculos que se encontram na área de aplicação.

Em, 30 de março de 2023.