

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-147/CENIPA/2022**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PP-IRC</b>
<b>MODELO:</b>	<b>AT 502A</b>
<b>DATA:</b>	<b>22DEZ2022</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 da Investigação SIPAER quantificar o grau de contribuição dos fatores contribuintes, incluindo as variáveis que condicionam o desempenho humano, sejam elas individuais, psicossociais ou organizacionais, e que possam ter interagido, propiciando o cenário favorável ao acidente.*

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

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

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

*Outrossim, deve-se salientar a importância de se resguardarem 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.*

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PP-IRC, modelo AT-502A, ocorrido em 22DEZ2022, tipificado como “[UIMC] IMC não intencional e “[LOC-I] Perda de controle em voo.

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Floresta, localizada no município de Brasnorte, MT, por volta das 10h15min (UTC). Durante a subida, a aeronave ingressou inadvertidamente em condições meteorológicas adversas, vindo a perder o controle e a colidir contra o solo.

A aeronave ficou destruída e o piloto sofreu lesões fatais.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de fabricação da aeronave e do *Transportation Safety Board* (TSB) - Canadá, Estado de fabricação do motor.



## 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.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	8
1.8. Auxílios à navegação.....	10
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	10
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	10
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	11
1.13.1. Aspectos médicos.....	11
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.....	12
1.18. Informações operacionais.....	12
1.19. Informações adicionais.....	12
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	14
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>14</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>15</b>
3.1. Fatos.....	15
3.2. Fatores contribuintes.....	16
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>16</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>16</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CB	Nuvem <i>Cumulonimbus</i>
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIMAER	Centro Integrado de Meteorologia da Aeronáutica
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
GPS	<i>Global Positioning System</i> - sistema de posicionamento global
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - regras de voo por instrumentos
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - condições meteorológicas de voo por instrumentos
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MNTE	Habilitação de Avião Monomotor Terrestre
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
OM	Organização de Manutenção
PAGA	Habilitação de Piloto Agrícola - Avião
PIC	Piloto em comando
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SIGMET	<i>Significant Meteorological Information</i> - informações meteorológicas significativas
SIGWX	<i>Significant Weather</i> - tempo significativo
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TCU	<i>Towering Cumulus</i> - <i>cumulus</i> encastelados
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviços Aéreos Privados
TSB	<i>Transportation Safety Board</i> - <i>Canada</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> AT 502A <b>Matrícula:</b> PP-IRC <b>Fabricante:</b> <i>Air Tractor</i>	<b>Operador:</b> Particular
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 22DEZ2022 - 10:20 (UTC) <b>Local:</b> Fazenda Floresta <b>Lat.</b> 13°01'00"S <b>Long.</b> 058°03'33"W <b>Município - UF:</b> Brasnorte - MT	<b>Tipo(s):</b> [UIMC] IMC não intencional [LOC-I] Perda de controle em voo

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Floresta, no município de Brasnorte, MT, por volta das 10h15min (UTC), com destino à Fazenda Pitanga, município de Tangará da Serra, MT, a fim de realizar voo de traslado, com um tripulante a bordo.

Durante a subida, a aeronave entrou em condições meteorológicas adversas, vindo a perder o controle e colidir contra o solo.



Figura 1 - Vista de cima do sítio de destroços da aeronave PP-IRC.

A aeronave ficou destruída e o piloto sofreu lesões fatais.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

### 1.4. Outros danos.

Não houve.

## 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	1.255:59
Totais, nos últimos 30 dias	Desconhecido
Totais, nas últimas 24 horas	00:00
Neste tipo de aeronave	809:32
Neste tipo, nos últimos 30 dias	Desconhecido
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) Digital do piloto, existentes no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e de informações do operador da aeronave. O voo mais recente lançado na CIV Digital datava de 07OUT2021.

### 1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) em 2006.

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

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

O PIC não possuía a habilitação de Voo por Instrumentos Avião (IFRA) necessária para atuar na operação de uma aeronave sob regras de voo por instrumentos ou em condições meteorológicas abaixo dos mínimos previstos para voo visual, conforme Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 61 - "Licenças, habilitações e certificados para pilotos", item 61.3 "Condições relativas à utilização de licenças, certificados, habilitações e autorizações":

(d) Habilitação de voo por instrumentos (IFR): ninguém pode atuar como piloto em comando ou segundo em comando de uma aeronave sob regras de voo por instrumentos ou em condições meteorológicas abaixo dos mínimos previstos para voo visual, a menos que seja titular de licença de piloto com uma habilitação de voo por instrumentos válida, adequada à categoria da aeronave em operação, expedida em conformidade com este Regulamento". (Grifo nosso).

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

Os registros da CIV Digital indicaram que o piloto operou de 2012 até dezembro de 2017 aeronaves de modelo EMB-202 Ipanema. A partir de então, passou a voar apenas o PP-IRC, sendo o único a operá-lo desde a sua chegada após o traslado de fábrica em 2017.

Grande parte do histórico operacional do PIC estava associado à operação aeroagrícola na região onde ocorreu o acidente.

O piloto estava qualificado e possuía experiência para voo visual, porém não possuía habilitação para voo por instrumentos.

### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) em vigor.

## 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave era turboélice, quadripá, equipada com um motor P&W PT6A-140AG de 867 SHP, possuía o número de série 502A-3112, foi fabricada pela *AIR TRACTOR*, em 2017, e estava inscrita na Categoria de Registro Serviços Aéreos Privados (TPP).

Pertencia a uma série de AT-502A denominada AT-502XP (*Extra Power*), devido à remotorização em relação ao modelo “básico” vendido, que era equipado com o motor P&W PT6A-34AG de 750 SHP.

O Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo “300 horas”, foi realizada em 01JUN2022 pela Organização de Manutenção (OM) SERRA - Serviço de Recuperação e Revisão de Aeronaves Ltda., localizada em Tangará da Serra, MT, não sendo possível determinar quantas horas foram voadas após a inspeção, devido a não localização do Diário de Bordo da aeronave.

A última inspeção da aeronave, para obtenção do CVA, foi realizada em 22SET2022, também pela OM SERRA, em Tangará da Serra, MT, não sendo possível determinar quantas horas foram voadas após a inspeção até a data da ocorrência. Contudo, entre a inspeção de “300 horas” e a inspeção para obtenção do CVA, foram voadas cerca de 5 horas, no espaço temporal de 3 meses e 21 dias.

A aeronave não possuía sistemas de navegação para operar sob *Instrument Meteorological Conditions* (IMC - condições meteorológicas de voo por instrumentos), sendo homologada apenas para voos visuais diurnos, conforme descrito no manual AT-502A/B *Airplane Flight Manual (Brazil) - Section 1 - Limitations - Kinds Of Operation*:

Esta aeronave é certificada na CATEGORIA RESTRITA para propósitos de agricultura e combate a incêndios e é elegível para os seguintes tipos de operações quando os instrumentos apropriados e equipamentos requeridos pela autoridade de aeronavegabilidade e/ou regulamentos de operação estão instalados, aprovados e em condição operativa:

- a. VFR Diurno;
- b. Voo em condições de gelo é proibido;
- c. Voos com tempestades na vizinhança são proibidos”. (Tradução nossa).

## 1.7. Informações meteorológicas.

A Fazenda Floresta não possuía estação meteorológica, mas segundo relatos de observadores, no momento da decolagem havia muita nebulosidade na região, com teto estimado abaixo de 1.000 ft e visibilidade menor que 10 km.

O Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER) emitiu um parecer meteorológico para subsidiar a presente investigação.

Acerca do vento, o CIMAER informou que da superfície ao FL050 a direção predominante era de, aproximadamente, 315º, com velocidade de 10 a 15 kt.

Quanto ao tempo significativo (SIGWX), da superfície ao FL250 havia previsão de nuvens *Towering Cumulus* (TCU - cumulus encastelados), com base a 2.500 ft, topo a 23.000 ft e cobertura de 1 a 2 oitavos, conforme Figura 2.

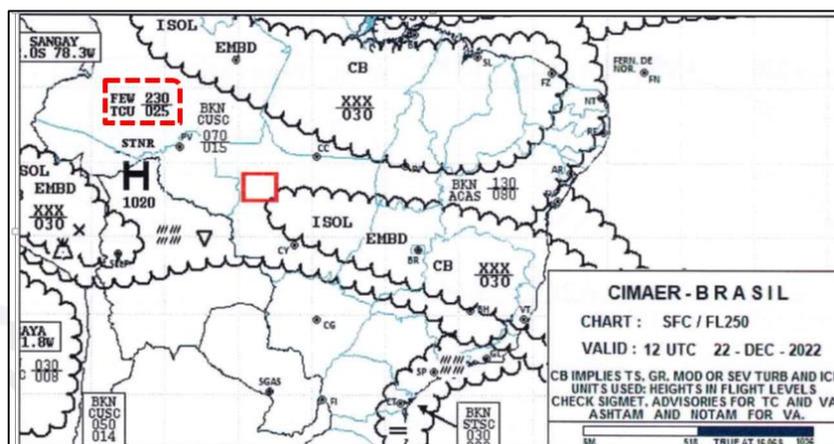


Figura 2 - Carta SIGWX com validade até às 12h00min (UTC) no dia da ocorrência. Em destaque vermelho tracejado estão as informações sobre nuvens TCU na região; no quadrado vermelho contínuo está o local do acidente.

Fonte: REDEMET.

Também havia nebulosidade baixa formada pela combinação de nuvens *Cumulus* e *Stratocumulus*, com base a 1.500 ft, cobertura de 5 a 7 oitavos, pancadas de chuva e/ou chuva contínua e nebulosidade média formada pela combinação de nuvens *Altostratus* e *Altostratus*, com base a 8.000 ft e cobertura de 5 a 7 oitavos.

Segundo o CIMAER, a descrição do tempo significativo na região era a seguinte:

A previsão de FEW TCU implica, conseqüentemente, na presença de nuvens com considerável desenvolvimento vertical, representando um estágio anterior para a formação de nuvens *cumulonimbus*. A presença do TCU possibilita a ocorrência de turbulência moderada a severa e chuva de intensidade moderada a forte. A previsão de pancadas de chuva e/ou chuva contínua, bem como a previsão de nebulosidade média (ACAS), com teto a 8.000 ft, implicam na possibilidade da redução das visibilidades horizontal e vertical.

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) disponibilizava o GAMET (previsão meteorológica de área feita em linguagem clara abreviada para voos em níveis baixos). O GAMET da FIR AMAZÔNICA, com validade até as 12h00min (UTC) do dia 22DEZ2022, previa a ocorrência de chuva moderada, restringindo a visibilidade a 4.000 m; névoa úmida, restringindo a visibilidade a 3.000 m; presença de nuvens *Cumulonimbus* (CB) isoladas, com base a 3.000 ft; trovoadas isoladas (ISOL TS) a 2.500 ft; nebulosidade baixa, constituindo base a 500 ft e teto a 1.400 ft; vento na altitude de 2.000 ft com direção de 40° e velocidade de 10kt e presença de nuvens *Altostratus* (AC), constituindo base a 8.000 ft (Figura 3).

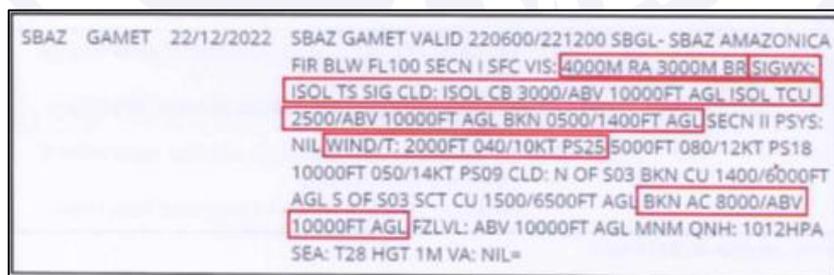


Figura 3 - GAMET com validade das 06h00min às 12h00min (UTC) do dia da ocorrência. Em vermelho, as principais informações.

Fonte: REDEMET.

As imagens de satélite apresentavam nebulosidades baixa e média para toda a região do acidente, com nuvens a oeste da área de interesse indicando a presença de CB/TCU.

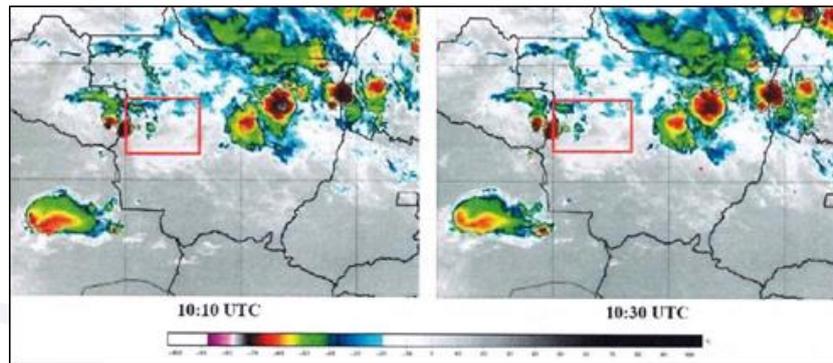


Figura 4 - Imagens de satélite do dia 22DEZ2022.

Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos.

A presença dessa nebulosidade baixa e média, associada à presença de nuvens convectivas (CB/TCU), apresentava potencial para causar chuva com intensidade leve a moderada, bem como restringir as visibilidades horizontal e vertical.

O CIMAER emitiu o seguinte parecer sobre a descrição do tempo presente na região:

A previsão de ocorrência de nuvens CB, com trovoadas isoladas associadas, implica na possibilidade de ocorrência de formação de gelo, granizo, ventos fortes, chuva com intensidade moderada a forte e turbulência moderada e severa, formação de gelo, ventos moderados a fortes e pancadas de chuva, de forma localizada, sendo volumosa e de curta duração.

Mesmo que a nuvem de tempestade (CB ou TCU) não ocorra exatamente sobre a região do acidente aeronáutico, ela possui fortes correntes ascendentes e descendentes associadas. Quando essas fortes correntes descendentes alcançam a superfície, a massa de ar diverge para os lados, podendo viajar dezenas de quilômetros na frente da tempestade, dependendo do seu estágio de evolução.

De acordo com as informações supramencionadas, as condições meteorológicas estavam abaixo das mínimas para a realização da operação sob as regras de voo visual.

#### **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.**

Os destroços foram localizados a 4 NM ao sul do local de decolagem, no sentido da localidade de destino, sendo compatível com a rota pretendida. O local era plano e distante cerca de 1,5 km da rodovia MT-364, conforme Figura 5.



Figura 5 - Visão geral da área da queda da aeronave.

De acordo com a disposição concentrada dos destroços, foi observado que a aeronave colidiu contra o solo em alta velocidade vertical e com grande angulação (superior a 45°), sendo que o motor se encontrava a 4 m de profundidade em uma região rural do município de Brasnorte, MT.

Não havia marcas de deslocamento horizontal da aeronave no solo e a descoloração da vegetação próxima aos destroços pode indicar a dispersão do combustível após o impacto, sugerindo que o rumo final do voo era 180° (Figura 6).



Figura 6 - Visão geral dos destroços da aeronave.

O grau de destruição da aeronave dificultou a verificação de grande parte dos equipamentos e instrumentos. O *Global Positioning System* (GPS - sistema de posicionamento global) da aeronave, que poderia ter gravado a sua trajetória, não estava ligado ou não gravou o referido voo, tendo sido identificados na memória apenas voos de dias anteriores ao acidente.

Não houve perda de componentes da aeronave em voo, antes do impacto.

### 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 PIC.

### 1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

### 1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Segundo familiares, o PIC gostava de voar e era muito confiante, não tendo sido identificada motivação ou compulsão para o prosseguimento do voo, apesar de a operação estar abaixo dos mínimos meteorológicos.

### 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.

Nada a relatar.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

### 1.18. Informações operacionais.

A rota pretendida entre a Fazenda Floresta, Brasnorte, MT, e a Fazenda Pitanga, Tangará da Serra, MT, já havia sido voada em outras oportunidades, não sendo possível identificar a altitude em que o deslocamento seria realizado, pois não foi confeccionado um plano de voo.

O deslocamento seria visual em espaço aéreo não controlado, consistindo em um voo de traslado de 45 minutos de duração, com distância de, aproximadamente, 106 NM. A aeronave estava abastecida com combustível suficiente para realizar o voo.

Segundo os relatos de observadores do local da decolagem, a aeronave decolou no sentido sul, iniciando uma subida normal. Momentos após, foi identificado um som produzido pelo motor, "parecido quando realizava operação aeroagrícola". O som foi definido como alguma manobra, não sendo possível identificar se em curva ou em subida, cessando em seguida.

### 1.19. Informações adicionais.

Desorientação espacial é o termo utilizado para descrever uma variedade de acidentes e incidentes ocorridos em voo, nos quais o piloto não é capaz de sentir corretamente a posição, o movimento ou a atitude da aeronave, ou de si mesmo, dentro do sistema de coordenadas fixo fornecido pela superfície da Terra e da gravidade no plano vertical. Ademais, erros de percepção do piloto com relação à sua posição, movimento ou atitude de sua aeronave também podem ser considerados eventos de desorientação espacial em voo (Benson, 2006)<sup>1</sup>.

A Marinha dos Estados Unidos relatou que, durante o período de 1980 a 1989, a desorientação espacial de pilotos esteve presente em alguns dos 112 grandes acidentes aéreos (Bellenkes, Bason, Yacavone, 1992)<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Benson, ALAN J., and J. R. Stott. "Spatial disorientation in flight." *Ernsting's Aviation Medicine*. 4th ed. Cornwall: Edward Arnold Ltd (2006): 433-58.

<sup>2</sup> Bellenkes A, Bason R, Yacavone DW. *Spatial disorientation in naval aviation mishaps: a review of class A incidents from 1980 through 1989*. *Aviat Space Environ Med*. 1992 Feb;63(2) 128-131. PMID: 1546941.

Em condições normais, os seres humanos se orientam por meio de informações de três sistemas sensoriais especializados: o visual, o sistema vestibular (órgãos do equilíbrio localizados no ouvido interno) e o sistema proprioceptivo.

Esses sistemas dependem de vários receptores sensoriais para coletar referências e, em seguida, enviar tais informações ao cérebro, que agrega os dados recebidos em um único modelo de orientação. Em condições normais, esse mecanismo é altamente preciso.

A informação integrada é usada para determinar nossa posição dentro de um sistema fixo de coordenadas fornecido pela superfície da Terra como referência horizontal, do mesmo modo que a força da gravidade nos fornece referência vertical.

Os três sistemas possuem níveis de importância diferentes no que concerne ao fornecimento de informações de orientação. O sistema visual é o mais importante dos três, fornecendo cerca de 80% da informação de orientação.

Nas condições em que as indicações visuais são escassas ou ausentes, tais como em condições meteorológicas degradadas ou à noite, até 80% da informação de orientação normal pode ser perdida.

Os 20% restantes são divididos, igualmente, entre os sistemas vestibular e proprioceptivo. Ambos são propensos a ilusões e a interpretações errôneas. Logo, são menos precisos.

Na escassez ou ausência de sinalização visual, os seres humanos são forçados a confiar nos 20% restantes das informações de orientação.

No cenário da aviação, tal situação pode resultar em desorientação espacial do piloto. Isso é ainda mais perigoso quando o piloto não tem noção de que se desorientou, acreditando que sua informação sensorial está correta, quando na verdade não está.

Claramente, a falta de boas indicações visuais nos priva da maioria das informações de orientação. Grande parte dos eventos de desorientação espacial está associada à ausência de referências visuais, como nos voos IMC e noturno.

O sistema vestibular é composto por dois componentes importantes: os canais semicirculares e os órgãos otolíticos.

Existem três canais semicirculares em cada ouvido que, em termos funcionais, operam como três pares correspondentes, em cada um dos três eixos primários de movimento.

Os canais em cada ouvido são perpendiculares uns aos outros e funcionam como acelerômetros angulares. Significativamente, eles têm um limiar de estimulação de 2°/seg. Abaixo disso, eles não são capazes de detectar movimento angular. Isso é de crucial importância no cenário da aviação, pois, caso o movimento seja realizado, intencionalmente ou não, em uma taxa de aceleração angular inferior a esse limite, os canais não o registrarão.

Na ausência de indicações visuais de que a curva está acontecendo, o piloto não a perceberá, caso não haja alteração de informação proprioceptiva, e irá interpretá-la como um movimento reto e nivelado.

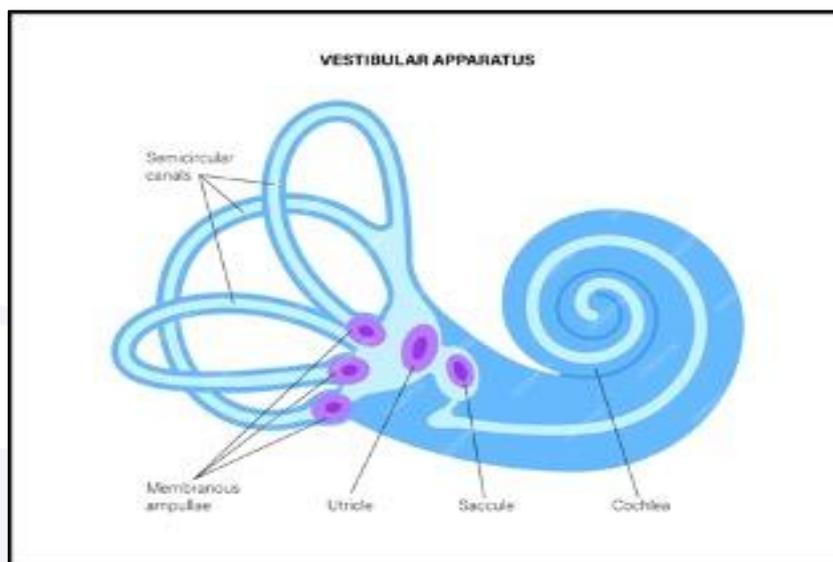


Figura 7 - Aparato vestibular.

Existem dois órgãos otolíticos em cada ouvido, um no plano vertical e o outro no plano horizontal. Esses órgãos funcionam como acelerômetros lineares e, sob condições normais, o otolítico vertical sinaliza o efeito do campo gravitacional da Terra.

O sistema vestibular é extremamente importante para a orientação espacial humana. Ele executa uma série complexa de funções de integração de acelerações angulares e lineares, por intermédio de suas inúmeras conexões neurais com os olhos e os centros motores de coordenação no cérebro, ajudando a regular a postura, a manter o equilíbrio e a ativar a coordenação e a visão durante o movimento.

Por fim, o sistema proprioceptor consiste em sensores de pressão em todo o corpo, especialmente nas articulações, tendões, ligamentos, músculos e pele. Em condições normais, a pressão exercida sobre determinado conjunto de receptores de pressão contribui para o senso geral de orientação. Por exemplo, os receptores de pressão nas solas dos pés e as articulações do tornozelo e do joelho dão sinal para o cérebro de que a postura ereta está sendo mantida.

Todas essas informações sensoriais estão constantemente sendo enviadas ao cérebro para processamento, a fim de manter sentido exato de orientação em relação ao plano da superfície da Terra e o plano vertical gravitacional.

É importante lembrar que esses sistemas, dos quais os humanos dependem tanto, não são projetados para operar no ambiente tridimensional de voo. Nesse ambiente, por vezes, é necessário operar independentemente de indicações visuais normais, seja em condições de mau tempo ou de voo noturno, ficando o piloto exposto às limitações fisiológicas dos sistemas de orientação humana.

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

Não houve.

## **2. ANÁLISE.**

Tratava-se de um voo de traslado da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda Floresta, Brasnorte, MT, com destino à Fazenda Pitanga, município de Tangará da Serra, MT, com um piloto a bordo.

Os elementos de investigação obtidos na análise do sítio dos destroços, bem como o relato de observadores, descartaram a ocorrência de falha no motor. As cadernetas de

célula, motor e hélice estavam com as escriturações atualizadas e a aeronave encontrava-se com a manutenção em dia.

Foi identificado que as condições meteorológicas no momento da ocorrência estavam abaixo das mínimas para a realização da operação sob regras VFR. Além disso, a aeronave não era homologada para voo IFR, sendo proibida a operação com tempestades na vizinhança e em condições de gelo, conforme manual.

A meteorologia do dia apresentava muita neblina, mau tempo, baixa visibilidade e chuvisco, conforme parecer meteorológico do CIMAER, interferindo diretamente na segurança da operação, sendo um fator contribuinte para a ocorrência de situações anormais em voo.

O piloto, segundo informações, já havia realizado o traslado entre as localidades, conhecendo, portanto, a rota proposta. Essa rota já havia sido realizada algumas vezes, porém, sob condições visuais de voo.

Contudo, o inadequado trabalho de preparação do voo, como a má avaliação das condições meteorológicas da rota e a inobservância dos requisitos mínimos para o voo VFR, acarretaram a operação em condições IMC, sendo que o piloto não era habilitado e a aeronave não era certificada para voos IFR.

Dada a disposição dos destroços, os quais evidenciavam a perda de controle em voo, associada às condições meteorológicas reinantes no local da queda, considerou-se que o piloto entrou inadvertidamente em condições IMC. Sem as referências visuais em voo, o piloto pode ter sofrido uma desorientação espacial e ter perdido o controle da aeronave, vindo a colidir contra o solo.

### **3. CONCLUSÕES.**

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

- a) o PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) em vigor;
- b) o PIC possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola - Avião (PAGA) em vigor;
- c) o PIC estava qualificado e possuía experiência em voo VMC;
- d) o PIC não possuía habilitação de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA);
- e) a aeronave não era homologada para voo IMC;
- f) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- g) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- h) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;
- i) as condições meteorológicas estavam abaixo dos mínimos para a realização do voo visual;
- j) o PIC já havia realizado a rota do voo pretendido outras vezes;
- k) a aeronave estava com elevada velocidade vertical no momento do impacto;
- l) não houve perda de componentes da aeronave em voo e os destroços ficaram concentrados no local da queda;
- m) a aeronave ficou destruída; e
- n) o PIC sofreu lesões fatais.

### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Atitude - contribuiu.**

A inobservância das condições meteorológicas adversas para a rota que seria voada em aeronave não homologada para operação por instrumentos, somado ao fato de o piloto não estar habilitado para voos IFR, demonstrou uma atitude complacente, fato que implicou diretamente na elevação dos riscos para a operação pretendida.

- **Condições meteorológicas adversas - contribuiu.**

As condições adversas da meteorologia no local da queda, predominantemente IMC, contribuíram para que o piloto não tivesse referências visuais com o solo, propiciando a perda de controle em voo e a colisão contra o terreno.

- **Desorientação - indeterminado.**

É possível que o piloto tenha sofrido os efeitos da desorientação espacial em voo, ao voar sem referências visuais com o terreno, o que teria levado à perda de controle em voo e à colisão contra o terreno.

- **Percepção - indeterminado.**

As condições climáticas no momento do voo, juntamente com as evidências do impacto concentrado e com elevada energia, indicam que o piloto perdeu as referências visuais, o que pode ter levado à desorientação espacial.

- **Planejamento de voo - contribuiu.**

Durante a preparação para o voo, as condições meteorológicas existentes na localidade de decolagem e na rota não foram consideradas como impeditivas, apesar de estarem abaixo das mínimas requeridas para o voo sob VFR.

- **Processo decisório - contribuiu.**

Decorrente do julgamento inadequado que levou à decisão de realizar um voo sob condições meteorológicas adversas em aeronave não certificada para voo em IMC e sem estar habilitado IFR, observaram dificuldades para se analisar, escolher alternativas e agir adequadamente.

### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não há.

### 5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em 14 de abril de 2025.