

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-065/CENIPA/2021**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PU-ATZ</b>
<b>MODELO:</b>	<b>ADVENTURE</b>
<b>DATA:</b>	<b>07MAIO2021</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 Final foi disponibilizado à ANAC e ao 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 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 PU-ATZ, modelo *Adventure*, ocorrido em 07MAIO2021, classificado como “[SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor | Falha do motor em voo”.

Durante o procedimento de arremetida no ar, em um voo de instrução, houve o apagamento do motor da aeronave, na vertical da cabeceira oposta.

O instrutor assumiu os comandos e prosseguiu para uma tentativa de pouso de emergência na estrada BR 381.

Instantes antes do pouso, a aeronave colidiu contra um veículo automotivo tipo caminhão-baú e, após, contra o solo.

Constatou-se que a água contaminada, encontrada dentro da caixa da chave de corte de emergência da ignição para voo de instrução criou um circuito com corrente suficiente para a parada do motor

A aeronave teve danos substanciais.

O instrutor sofreu lesões leves e o aluno 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>7</b>
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.....	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	8
1.6. Informações acerca da aeronave.....	8
1.7. Informações meteorológicas.....	9
1.8. Auxílios à navegação.....	9
1.9. Comunicações.....	10
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	11
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	11
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	11
1.13.1. Aspectos médicos.....	11
1.13.2. Informações ergonômicas.....	11
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	11
1.14. Informações acerca de fogo.....	11
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	11
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	11
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	12
1.18. Informações operacionais.....	13
1.19. Informações adicionais.....	16
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	19
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>19</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>22</b>
3.1. Fatos.....	22
3.2. Fatores contribuintes.....	23
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>23</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>24</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AAPT	Aeronave Aerodesportiva Pendular Terrestre
AIC	Circular de Informações Aeronáuticas
AL	Aluno
ALE	Aeronave Leve Esportiva
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
ATS	<i>Air Traffic Services</i> - Serviços de Tráfego Aéreo
ATZ	<i>Aerodrome Traffic Zone</i> - Zona de Tráfego de Aeródromo
ATZ-TB	Zona de Tráfego de Aeródromo - ATIBAIA
BS	Boletim de Serviço
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIAC	Centro de Instrução de Aviação Civil
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CPA	Certificado de Piloto Aerodesportivo - Avião
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
EFIS	<i>Electronic Flight Instrument System</i> - Sistema Eletrônico de Instrumentos de Voo
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
ICPA	Instrutor de Voo de Aeronave Leve Esportiva
IN	Instrutor
LSA	<i>Light Sport Aircraft</i> - Aeronave Leve Esportiva
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Reporte Meteorológico de Aeródromo
MGO	Manual Geral de Operações
MGSO	Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional
MNTE	Habilitação de classe Avião Monomotor Terrestre
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i> - Informações aos Aeronavegantes
S/N	<i>Serial Number</i> - Número de Série
P/N	<i>Part Number</i> - Número de Peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RAC	Relato de Aviação Civil
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RELPREV	Relato de Prevenção

SBBP	Designativo de localidade - Aeródromo Estadual Arthur Siqueira, Bragança Paulista, SP
SBVH	Designativo de localidade - Aeródromo Fazenda Vale Eldorado - Dr. José de Aguiar Leme, Bragança Paulista, SP.
SDTB	Designativo de localidade - Aeródromo de Atibaia, SP.
SNPA	Designativo de localidade - Aeródromo de Pará de Minas, MG
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TGL	<i>Touch and Go Landing</i> - Toque e Arremetida
TMA	<i>Terminal Control Area</i> - Área de Controle Terminal
TMA-SP	Área de Controle da Terminal de São Paulo
TMA-RJ	Área de Controle da Terminal do Rio de Janeiro
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
Vx	Velocidades de Melhor Ângulo de Subida
Vy	Velocidades de Melhor Razão de Subida

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> ADVENTURE <b>Matrícula:</b> PU-ATZ <b>Fabricante:</b> Trike Ícaros Indústria Aeronáutica Ltda.	<b>Operador:</b> Looping Escola de Aviação Leve Ltda.-ME
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 07MAIO2021 - 13:05 (UTC) <b>Local:</b> SP 010/BR 381 - Km 41 <b>Lat.</b> 23°08'25"S <b>Long.</b> 046°34'32"W <b>Município - UF:</b> Atibaia - SP	<b>Tipo(s):</b> [SCF-PP] Falha ou mau funcionamento do motor <b>Subtipo(s):</b> Falha do motor em voo

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo de Atibaia (SDTB), SP, por volta das 12h20min (UTC), a fim de realizar um voo de instrução, com um Instrutor (IN) e um Aluno (AL) a bordo.

A aeronave prosseguiu para o Aeródromo Fazenda Vale Eldorado - Dr. José de Aguiar Leme (SDVH), Bragança Paulista, SP, distante 8 NM de SDTB, para a realização de cinco procedimentos de tráfego.

Após o regresso à SDTB, foi realizada uma passagem sobre a pista, seguida de arremetida no ar. Na vertical da cabeceira 02 a, aproximadamente, 270 ft ocorreu o apagamento do motor.

O instrutor prosseguiu para pouso de emergência na rodovia BR 381, na altura do km 41. Instantes antes da aterragem, o PU-ATZ realizou uma manobra para tentar evitar uma colisão com um veículo tipo caminhão-baú que trafegava naquele momento, mas, mesmo assim, houve o contato entre eles e, em seguida, a aeronave chocou-se contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais. O instrutor sofreu lesões leves e o aluno saiu ileso.



Figura 1 - Situação da aeronave após o acidente.

### 1.2. Lesões às pessoas.

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

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a sua fuselagem e na região do trem de pouso.

#### 1.4. Outros danos.

Não foi possível verificar se o caminhão-baú sofreu algum tipo de dano.

#### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

##### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Discriminação	Horas Voadas	
	IN	AL
Totais	1.100:00	300:00
Totais, nos últimos 30 dias	27:57	00:00
Totais, nas últimas 24 horas	02:13	00:00
Neste tipo de aeronave	1.100:00	Desconhecido
Neste tipo, nos últimos 30 dias	27:53	00:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	02:13	00:00

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas do instrutor foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) eletrônica constante na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Contudo, o piloto declarou que possuía em torno de 12.000 horas de voo de experiência total naquele tipo de aeronave.

As horas de voo do aluno foram declaradas pelo próprio.

##### 1.5.2. Formação.

O instrutor realizou o curso de Aeronave Pendular na Escola de Aviação Desportiva Ícaros (EADI) Ltda., Mairiporã, SP, em 1988.

O aluno realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube do Paraná, PR, em 2014.

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

O instrutor possuía o Certificado de Piloto Aerodesportivo (CPA) e estava com as habilitações de Aeronave Aerodesportiva Pendular Terrestre (AAPT) e Instrutor de Voo de Aeronave Leve Esportiva (ICPA) válidas.

O aluno possuía a licença de Piloto Privado de Avião (PPR) e estava com a habilitação de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) vencida desde abril de 2021. Ele estava realizando o voo para adquirir o CPA.

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

O instrutor estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo, tendo operado ao longo de sua carreira operacional, majoritariamente, em SDTB.

O aluno estava em fase de instrução para a aquisição do CPA.

##### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

Os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

#### 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série ALE-45022, foi fabricada pela *Trike* Ícaros Indústria Aeronáutica Ltda., em 2018. Era do tipo pendular, modelo *Adventure*, classificada como Aeronave Leve Esportiva (ALE) Especial pela ANAC.

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) Especial foi emitido em 16JUL2020.

Os registros de manutenção foram considerados desatualizados, pois conforme o diário de bordo, a aeronave executou uma revisão de 100 horas no dia 28ABR2021, quando



estava com 383 horas e 42 minutos, voando mais 7 horas e 48 minutos até a ocorrência. Nas cadernetas de manutenção, contudo, essa inspeção estava datada de 19NOV2020.

A aeronave estava equipada com uma chave de corte de emergência da ignição para voo de instrução, *Part Number* (P/N): 214081, a qual atendia a norma *American Society for Testing and Materials* (ASTM) F2317-16a, "*Standard Specification for Design of Weight-Shift-Control Aircraft*". Essa chave, instalada apenas para aeronaves de instrução, cortava a ignição dos magnetos do motor quando era acionada pelo instrutor, evitando aplicações errôneas dos comandos de partida por parte do aluno.

A chave localizava-se próxima ao motor, diretamente exposta ao ambiente externo. Seu projeto não contemplava uma vedação que evitasse a entrada inadvertida de líquido ou nenhum tipo de suspiro para drenagem.

Dentre os documentos que faziam parte do pacote de manuais que acompanhavam a aeronave, havia um manual de manutenção, denominado "Manual de Operação", que continha no capítulo 24, dentre outras informações, procedimentos e instruções recomendadas pelo fabricante para a limpeza e conservação. Entretanto, as instruções não eram robustas ao ponto de assegurar, caso fossem fielmente cumpridas, o contato da água com componentes eletrônicos e elétricos, os quais assegurassem que partes sensíveis não fossem afetadas, tais como a chave de corte de ignição de emergência do instrutor.

O PU-ATZ possuía um *Electronic Flight Instrument System* (EFIS - sistema eletrônico de instrumentos de voo), de tal forma que foi possível a extração, pelo fabricante, dos dados e identificação do perfil de voo e de parâmetros do motor da aeronave.



Figura 2 - Aeronave PU-ATZ com destaque para a chave de corte de emergência da ignição e o EFIS.

### 1.7. Informações meteorológicas.

As condições eram favoráveis ao voo visual.

Os *Meteorological Aerodrome Reports* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) do Aeródromo Estadual Arthur Siqueira (SBBP), Bragança Paulista, SP, distante 9,2 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

METAR SBBP 071200Z /////KT 9999 BKN018 BKN080 Q1022

METAR SBBP 071300Z /////KT 9999 SCT020 BKN090 Q1023.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

## 1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

## 1.10. Informações acerca do aeródromo.

O Aeródromo de SDTB era público, administrado pela Prefeitura de Atibaia, operava sob Regras de Voo Visual (VFR) em período diurno e não possuía qualquer tipo de Serviço de Informação de Voo ou de Controle de Tráfego.

A pista era de terra, com cabeceiras 02/20, dimensões de 800 x 30 m, com elevação de 2.615 ft.

De acordo com o *Notice to Airmen* (NOTAM - informações aos aeronavegantes) de SDTB, em vigor à época, disponível para consulta dos pilotos, o tráfego deveria ser feito da seguinte maneira:

REGULAMENTOS PARA TRÁFEGO LOCAL

AD CIRCUITO DE TFC DEVERA SER REALIZADO:

1- SECT E SOMENTE ACFT E HEL A 1000FT AGL

2- SECT W SOMENTE GIROCOPTERO, ULTRALEVE E ASA-DELTA  
MOTORIZADA (TRIKE) A 500FT AGL.

A pista localizava-se à direita da rodovia SP 010/BR 381, praticamente paralela a ela. A cabeceira 20 encontrava-se distante em torno de 85 m da rodovia e a 02 a 110 m. O setor oeste (W) do aeródromo correspondia a uma região densamente povoada.

Na projeção da cabeceira 02 (sentido de pouso da cabeceira 20) havia uma maior presença de terreno acidentado, construções verticais, vegetação densa e ausência de terreno gramado entre as faixas da rodovia e em suas laterais, se comparada à projeção da cabeceira 20 (sentido de pouso da 02).

A Figura 3 mostra a vista superior bem como as regiões adjacentes (projeções de 45° para cada lado do centro da pista) às cabeceiras 02 e 20 de SDTB.



Figura 3 - Regiões adjacentes às cabeceiras 02 e 20 de SDTB.

### **1.11. Gravadores de voo.**

Não requeridos e não instalados.

### **1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.**

A aeronave se acidentou a 800 m da cabeceira 02. Alguns instantes antes do pouso forçado, havia um fluxo intenso de veículos na rodovia, de tal forma que o PU-ATZ realizou uma manobra ascendente para evitar a colisão contra um veículo tipo caminhão-baú, que se encontrava em desaceleração no trecho de subida da rodovia. Mesmo assim, a aeronave colidiu com a ponta da asa (impacto inicial) esquerda na parte de cima do baú do caminhão.

Em seguida, a aeronave perdeu o controle e se chocou contra o solo, em trajetória oblíqua, se arrastando por 35 m sobre o asfalto.

### **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.**

Nada a relatar.

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

Não houve fogo.

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

Não houve evidência de que a amarração dos tripulantes tenha contribuído para a severidade do acidente, em termos de lesões. As amarrações dos cintos e suspensórios impediriam que ambos os tripulantes fossem projetados para fora da aeronave durante o impacto, tanto contra o caminhão como contra o solo.

Após a parada da aeronave, o aluno conseguiu abandoná-la por meios próprios. O instrutor, por sua vez, ficou com a sua perna direita presa entre a aeronave e o asfalto, tendo sido retirado pelo aluno e por um motorista que parou para prestar socorro, os quais conseguiram levantar a aeronave e removê-lo.

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

Foi realizado um estudo, pelo fabricante da aeronave, a fim de que fossem identificadas possíveis razões para a falha do motor, sendo os resultados compartilhados com a Comissão de Investigação.

O fabricante observou que, aproximadamente 22 segundos antes da colisão, houve queda acentuada de todos os parâmetros do motor. De acordo com o relatório do fabricante, nenhum componente mecânico apresentou falha ou mal funcionamento. Na parte do relatório referente à investigação da parte elétrica, constava o seguinte:

A chave de instrução utilizada na aeronave PU-ATZ possuía um sistema de vedação que impedia o escoamento caso entrasse água.

Verificada a chave de corte de magnetos de instrução com a posição dos magnetos ligados, foi encontrada uma impedância entre o fio nº 10 (ignição 1) e o aterramento, indicando uma resistência de 200Ω e, portanto, uma anormalidade da chave.

Durante a retirada da chave de corte de ignição de instrução e sua manipulação, foi verificada a presença de água. Verificado em nova medição imediatamente após o escoamento da água de dentro da chave que o resultado da impedância ultrapassava a escala do multímetro indicando seu funcionamento normal. A chave

de instrução utilizada na aeronave PU-ATZ possuía um sistema de vedação que impedia o escoamento caso entrasse água.

Ao lavar a aeronave houve entrada de água no sistema ficando armazenada na parte interna da chave. (sic)

Foram realizados pelo fabricante, ainda, testes da chave na presença de água contaminada com sabão, com o objetivo de se determinar a corrente necessária entre o circuito de corte da ignição em relação ao aterramento do motor e, também, se a água encontrada dentro da chave teve alguma influência na parada do motor.

As conclusões foram:

Após a calibração da corrente em relação ao aterramento da fonte foi criado um circuito utilizando um copo de água com contaminante, no caso 50ml de água e 5ml de sabão. Como não era sabido qual sabão contaminante estava na chave da aeronave acidentada, foram utilizados sabão detergente, sabão em pó e sabão em barra em proporções alteradas para comparativo de todos eles. O resultado foi semelhante para todos os contaminantes.

A água contaminada com sabão em contato com o fio de corte de ignição e o aterramento do motor pode criar um circuito com corrente suficiente para a parada do motor (entre 2,5mA e 3,0mA). O resultado pode variar de acordo com a proporção do contaminante e o tempo de exposição.

No caso da aeronave acidentada, o problema ocorreu após, aproximadamente, 44 minutos de voo com a rotação do motor variando entre 4.800 e 5.250 RPM.

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

A Looping Escola de Aviação Leve Ltda. era a operadora da aeronave envolvida na ocorrência e estava cadastrada pela ANAC como Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC), operando segundo os requisitos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 141. Estava sediada em Atibaia, SP, e operava a partir daquela localidade.

Seu escopo de instrução era o voo de aerodesporto, categoria ALE/LSA. O aluno, ao terminar o curso, recebia o Certificado de Piloto Aerodesportivo. Uma das informações que constava na descrição do operador, em seu sítio eletrônico, era a seguinte:

Ao final do curso, o aluno estará apto a exercer a função de piloto em comando de aeronaves de aerodesporto no espaço aéreo brasileiro onde se permita voo visual, operando aeronaves providas de rádio e transponder. Poderá conhecer e explorar todo o Brasil a bordo de sua aeronave. Conforme regulamentação em vigor.

O conteúdo de instrução da escola para aeronave pendular estava previsto no manual "Programa de Instrução para Aerodesportivos". A seção "Ensino Prático - CPA - Aerodesportivo Pendular Terrestre", do referido manual, continha a observação de que:

[...] seriam realizados treinamentos conforme o manual e tabela de desempenho das aeronaves e suas particularidades.

A organização possuía um Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional (MGSO), que continha a política e os objetivos quanto à segurança operacional. Nesse manual, no capítulo 4, referente à Política e Objetivos de Segurança Operacional, constava que o operador assumia as seguintes diretrizes:

[...]

4. Estabelecer um sistema de identificação de perigos, que permita o gerenciamento de risco reativo, proativo e preditivo.

5. Estabelecer padrões organizacionais e comportamentos aceitáveis pela ANAC.

[...]

10. Continuar com outras diretrizes julgadas necessárias para sua operação dentro de um nível aceitável de segurança operacional.

Promover o uso do RELPREV e Relato de Aviação Civil (RAC) como ferramenta de identificação de perigos e garantir a confidencialidade e o caráter de não-punitividade aos autores.

Conforme os levantamentos realizados, não havia registros formais de Relatos de Prevenção (RELPREV) recentes. As questões relativas à segurança operacional eram incentivadas entre os integrantes da escola, porém eram, na maioria das vezes, tratadas de maneira informal. Não foram localizados relatos documentados referente à identificação de perigos e mitigação de riscos associados ao perfil de tráfego, arremetidas no ar ou possíveis situações relacionadas à segurança operacional durante os voos de instrução.

Ainda de acordo com os relatos, constatou-se que a técnica de passagem baixa sobre a pista, em voo reto e nivelado, antes do início da arremetida no ar propriamente dita, era tida como normal na cultura do operador e frequentemente utilizada em voos de instrução no modelo da aeronave envolvida no acidente.

Baseado nas entrevistas, não houve a percepção por parte dos envolvidos no acidente e de outros pilotos do operador, ou seja, em termos organizacionais, de que a passagem baixa, retardando o início da arremetida, poderia comprometer a segurança operacional, caso ocorresse algum tipo de perda de potência ou falha do motor nos segmentos após a decolagem/início da subida, tendo o nível de alerta quanto a essa possibilidade aumentado após o acidente.

Não foram identificadas, no Manual Geral de Operações (MGO) do operador, padronizações relativas aos procedimentos de emergência após a decolagem, que detalhassem como seriam realizados, com vistas ao gerenciamento do risco, nem padronizações das manobras e procedimentos de tráfego em instrução, incluindo como as arremetidas seriam realizadas.

Também não foi identificado o gerenciamento do risco com relação às emergências após a decolagem em SDTB, considerando a identificação dos perigos e mitigação do risco baseados nas características específicas da operação naquela localidade.

Com relação ao fabricante da aeronave, tratava-se de uma empresa que produzia aeronaves tipo ultraleve pendular, conhecida popularmente como *Trike*. Esse fabricante possuía uma homologação da ANAC para produção de aeronaves ALE/LSA Especial, sendo autorizado a executar seu processo interno de certificação para suas aeronaves, desde que atestasse que cumpria com os padrões internacionais de controle da qualidade.

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

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento.

Conforme especificações do fabricante, a velocidade de cruzeiro da aeronave equipada com a asa tipo XTRA X3, modelo utilizado na ocorrência, no nível do mar, era de 65 kt. A razão de subida de 600 ft/min e as velocidades de melhor ângulo de subida ( $V_x$ ) e de melhor razão de subida ( $V_y$ ) eram de 45 kt.

Sobre a sequência de eventos, a aeronave havia sido lavada no dia anterior para fins de manutenção de seu estado geral, com a utilização de água e sabão.

Segundo informações levantadas, os toques e arremetidas (TGL) eram geralmente realizados com um perfil de “voo rasante” sobre a pista, de tal forma que a aeronave prosseguia na aproximação final, continuava voando em torno de um metro de altura sobre a pista e, somente então, procedia com a arremetida no ar propriamente dita (razão e atitude positiva de subida) sobre a cabeceira oposta.

Foi relatado que tais perfis eram executados por alguns instrutores para que o aluno pudesse visualizar a altura do *paliê* e que essa técnica era geralmente utilizada como uma

prática frequente da operação, com a arremetida, em si, sendo realizada apenas na vertical da cabeceira oposta.

A partir da extração de dados do EFIS, foi possível verificar o perfil de voo completo do PU-ATZ, desde a decolagem em SDTB até o momento do acidente. Constatou-se, também, que o perfil de arremetida em SDVH correspondeu ao mencionado anteriormente, nos cinco tráfegos, conforme a Figura 4.

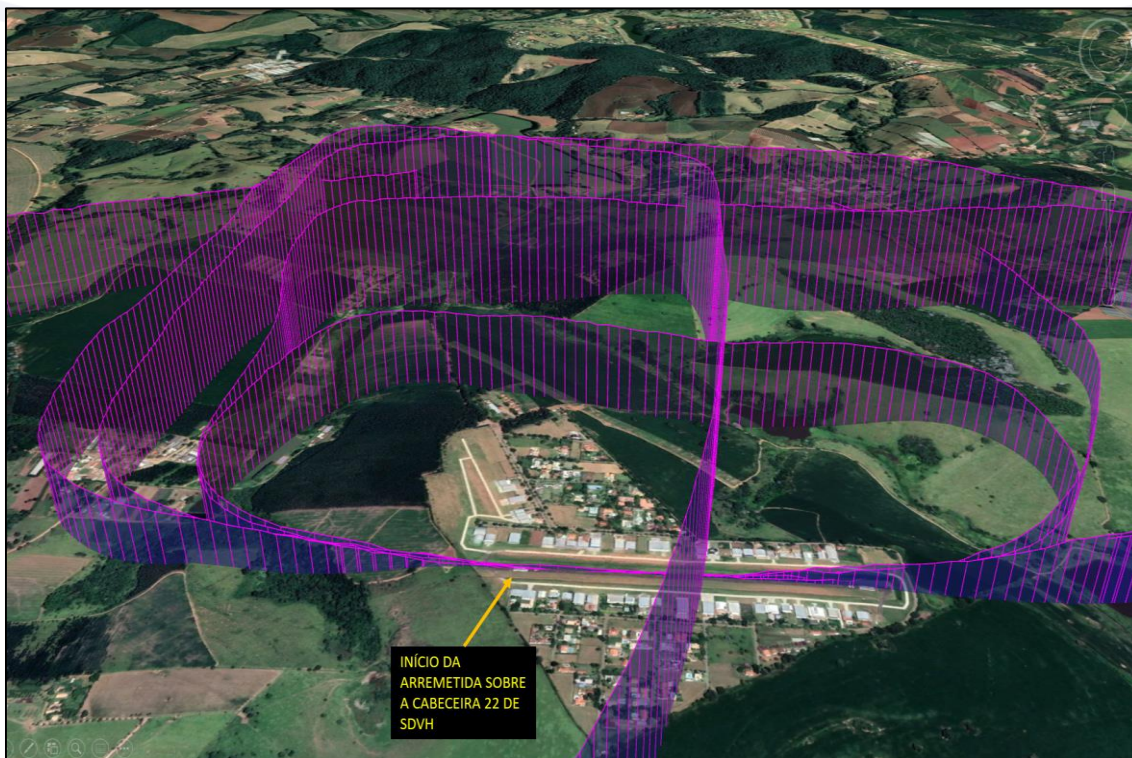


Figura 4 - Perfil de tráfego executado em SDVH pelo PU-ATZ, gerado a partir dos dados extraídos do EFIS.

No regresso de SDVH pelo setor W, conforme o NOTAM, apesar do planejamento de voo ter previsto pouso final na cabeceira 02, o instrutor propôs que fosse realizado um último tráfego TGL em SDTB, seguido, então, de pouso final.

Contudo, a tripulação decidiu realizar o circuito de tráfego para a cabeceira 20, em função da presença de outra aeronave no circuito. O aluno solicitou ao instrutor uma passagem baixa, no perfil similar ao realizado em SDVH, a qual foi autorizada por ele.

O PU-ATZ aproximou para a pista 20, procedeu com o voo rasante sobre a pista, por aproximadamente, 580 m para, então, iniciar uma trajetória ascendente em menor razão de subida do que a da decolagem.

A razão de subida apenas foi incrementada com a aeronave já próxima à cabeceira oposta. Também se constatou que a decolagem inicial rumo à SDVH se iniciou a aproximadamente 250 m da cabeceira 20.

Após a passagem baixa sobre a pista, próximo à vertical da cabeceira 02, houve o apagamento repentino do motor, com a aeronave voando em torno de 370 ft de altura. O instrutor assumiu a pilotagem e aplicou a atitude e a velocidade de melhor planeio.

O instrutor julgou que a única opção viável para o pouso forçado seria a BR 381, por se tratar de área disponível plana.

A Figura 5 mostra os detalhes da sequência de eventos e o perfil de voo executado, tanto na decolagem inicial para SDVH como na passagem sobre a pista seguida da arremetida, imediatamente anterior ao acidente.

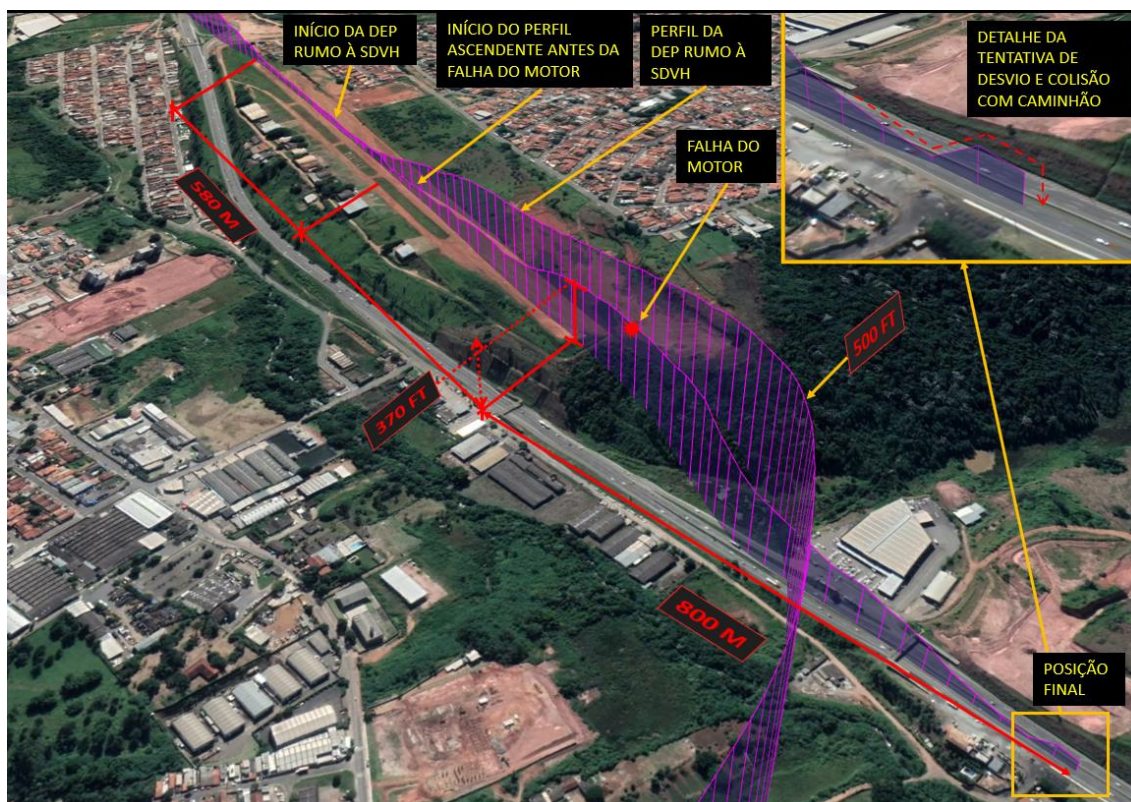


Figura 5 - Perfis de voo da decolagem e da arremetida no ar e a posição final da aeronave, gerados a partir dos dados extraídos do EFIS.

A trajetória da decolagem rumo à SDVH se iniciou a partir da metade da pista, com a altura de 500 ft sendo atingida com a aeronave já em curva e afastada dela com razão de subida maior que a da “arremetida” imediatamente anterior ao acidente (Figura 6).



Figura 6 - Vista oblíqua em SDTB, do perfil de decolagem rumo à SDVH e da arremetida anterior ao acidente. Detalhes do ponto de início de decolagem, ponto de início do segmento de subida da arremetida e diferença vertical entre os dois perfis.

Durante a ação inicial, constatou-se que a aeronave estava com combustível suficiente a bordo e que a chave para o corte de ignição de emergência do instrutor estava na posição ON, conforme esperado.

Quanto ao previsto no Manual de Operação da Aeronave (fabricante), a seção 18.17, Emergências, previa:

Durante todo e qualquer voo você deverá ter sempre um campo de apoio à vista, mesmo voando alto. Pense sempre: “Onde eu pousaria se falhasse o motor agora?” Esta é uma maneira de criar a atitude mental adequada para estar sempre alerta, o que torna o voo mais seguro. Em panes após a decolagem nunca tente voltar para pousar na pista usada para a decolagem, a menos que você tenha altitude suficiente para tal, o que normalmente não acontece enquanto você está ainda no tráfego.

Para a decolagem, a seção 18.4 estabelecia que:

Somente decole se tiver feito um bom planejamento de voo. [...].

Em caso de pane na decolagem, qual o procedimento que executará; - pouso à frente, - fará um pequeno desvio à direita ou à esquerda, etc. a partir de qual altura regressará para pouso com vento (se será de cauda, de cauda pela esquerda ou de cauda pela direita).

No que se refere à pane de falha de motor na decolagem, a seção 19.1 determinava que:

[...] Se a falha ocorrer e não tenha conseguido atingir a altitude mínima de 500 ft, pique a barra de comando estabilizando-o na melhor atitude de aproximação para o pouso em frente ou com curvas de no máximo 45 ° à direita ou esquerda. Uma falha acima dos 500 ft pode proporcionar ao piloto treinado para este tipo de manobra um retorno à pista. É fundamental que a velocidade de planeio correta seja atingida e mantida! não tente retornar à pista com altitude abaixo da mínima.

O *Check List* do fabricante referente à parte de emergências (Suplemento de treinamento de voo - *Check List* Falha de Motor na Decolagem), de forma similar, alertava com relação ao retorno à pista, com a instrução de “pouso à frente ou 45° dir ou esq - abaixo de 500 ft” e “retorno à pista - altitude acima de 500 ft, se proficiente.”

Durante as entrevistas, quando perguntado ao instrutor a respeito das possibilidades de um retorno à pista controlado e bem-sucedido assim que constatado o apagamento do motor, ele afirmou que acreditava que teria sido possível realizá-la com segurança, caso a arremetida no ar tivesse sido iniciada imediatamente após o final da aproximação próximo à vertical da cabeceira 20, com razão de subida incrementada em ato contínuo.

De forma similar, ele relatou que o planejamento daquele voo (e outros também), no tocante à escolha da cabeceira de aproximação, não levou em consideração uma possibilidade de pane após a decolagem seguida da necessidade de pouso forçado em frente.

### **1.19. Informações adicionais.**

Operações VFR no espaço aéreo da Zona de Tráfego de Aeródromo - Atibaia (ATZ-TB).

À época do acidente, a regulamentação vigente sobre o espaço aéreo da região era a Circular de Informação Aeronáutica (AIC) Nº 33/18, Circulação de Aeronaves em Voo VFR na Terminal São Paulo, cujo período de vigência foi de 26ABR2018 até o momento em que foi substituída pela AIC Nº 17/21, Circulação VFR Integrada nas Áreas de Controle Terminal (TMA) SP, RJ e Vale do Paraíba, em vigor a partir de 20MAIO2021.

Com base na AIC Nº 33/18, a ATZ-TB tinha seu limite vertical do solo até 3.600 ft MSL, definido uma única vez, em representação pictográfica na imagem esquemática de perfil da TMA-SP. A Comissão de Investigação não identificou qualquer informação na AIC Nº 17/21, escrita ou pictográfica, que delimitasse o limite vertical para a operação dentro da ATZ-ATIBAIA.

Em ambas as circulares havia a menção ao espaço aéreo da ATZ-TB no texto e a representação horizontal pictográfica da região, sendo aquele espaço aéreo correspondente à classe G.

As Figuras 7 e 8 comparam a representação do plano horizontal e vertical da TMA-SP, com detalhe para a delimitação vertical da ATZ-TB presente na AIC Nº 33/18 e ausente na AIC Nº 17/21.



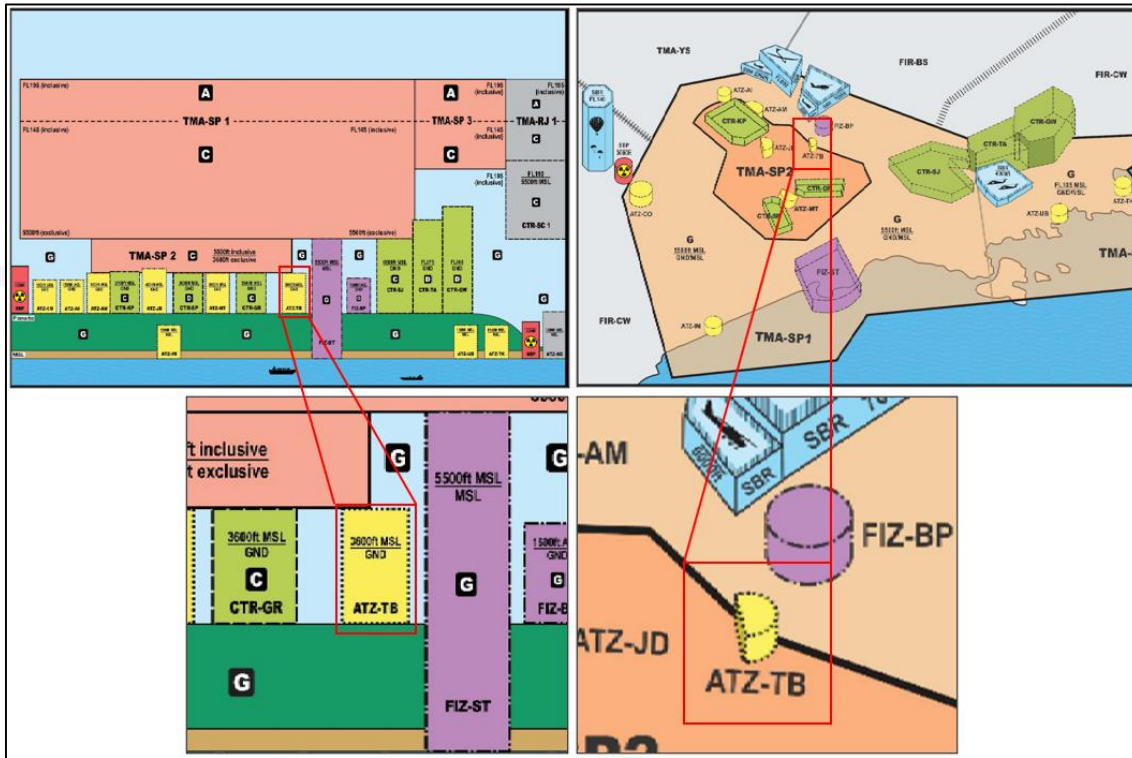


Figura 7 - Representação esquemática em planta e perfil da TMA-SP, com detalhe para a ATZ-TB representada em ambas as vistas, sendo o limite vertical definido na vista em perfil. Fonte: AIC Nº 33/18, de 2018.

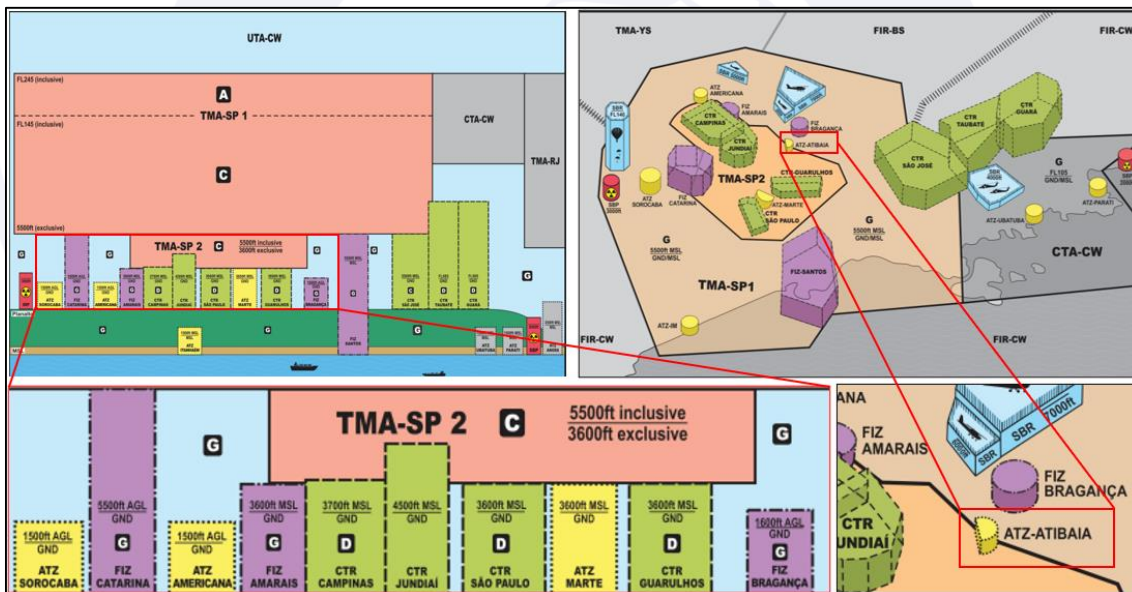


Figura 8 - Representação esquemática em planta e perfil da TMA-SP, com detalhe para a ATZ-TB representada apenas no perfil em planta. Fonte: AIC Nº 17/21, de 2021.

### Aeronaves Leves Esportivas/Light Sport Aircraft.

De acordo com uma publicação do sítio eletrônico da ANAC que tratava sobre Aeronaves Leves Esportivas (ALE):

Apesar de não terem seus componentes certificados, todos os modelos de aeronaves leves esportivas (LSA) aceitos no Brasil devem ser submetidos a uma avaliação para verificação do atendimento de normas técnicas internacionais.

[...]

Considerando esta situação, a *Federal Aviation Administration* (FAA) implantou em 2004 a categoria de aeronaves leves esportivas (LSA).

Enfatiza-se mais uma vez que a implantação da categoria de aeronave leve esportiva cria uma nova categoria de aeronaves, com nível de segurança adequado, intermediário entre as de construção amadora e as de projeto certificado (especificamente, aquelas certificadas conforme o RBAC N° 23 ou N°27). Espera-se que, com essa nova categoria, haja um maior desenvolvimento da aviação geral, visto que a aeronave leve esportiva será de menor custo e de operação mais segura que uma aeronave de construção amadora.

Quanto à operação de aeronave ALE/LSA Especial, o RBAC n° 91, Emenda 02, seção 91.327 (1a, 2), determinava que:

- (a) Somente é permitido operar comercialmente uma aeronave que possua um certificado especial de aeronavegabilidade na categoria leve esportiva para: (1) rebocar um planador segundo a seção 91.309 deste Regulamento; ou
- (2) conduzir treinamento de voo.

Com relação ao CA Especial, a ANAC dizia que:

Aeronaves Categoria Leve Esportiva Especial - Não são certificadas, mas atendem a normas consensuais da indústria especificamente definidas, o que permite algumas operações remuneradas como o voo de instrução e reboque de planadores.

Uma das principais diferenças entre as categorias ALE Experimental e ALE Especial era que as experimentais possuíam a proibição de sobrevoarem áreas densamente povoadas, ficando restritas aos aeródromos onde a operação não resultasse na necessidade de sobrevoar áreas densamente habitadas, enquanto as especiais não possuíam tal limitação.

Sobre o espaço aéreo para uso das aeronaves do segmento de aerodesporto, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-3/2018, Operação Aerodesportiva de Aeronaves citava no item 3.2, “Espaços Aéreos Designados”:

3.2.1 As operações exclusivamente aerodesportivas de aeronaves deverão ser realizadas somente dentro dos espaços aéreos especificamente designados para este fim (espaço de voo).

No entanto, para as aeronaves ALE/LSA Especiais, o item 4.2, “Aeronaves Leves Esportivas”, subitem 4.2.1 da ICA 100-3/2018, definia que:

O espectro de possibilidades de aplicação dessas aeronaves é bastante amplo e se aproxima da utilização de pequenas aeronaves certificadas. Conforme a legislação, essas aeronaves podem sobrevoar áreas povoadas, a depender de alguns critérios adotados.

O item 4.2.2 da ICA 100-3/2018, Espaços Aéreos Designados, determinava que:

4.2.2.1 O voo de aeronaves leves esportivas deve ser realizado:

[...]

b) fora dos espaços aéreos condicionados descritos em 3.2, desde que NÃO tenha propósito aerodesportivo, e:

- sejam cumpridas as regras gerais e as regras para o voo visual (VFR) ou por instrumento (IFR) contidas na ICA 100-12, bem como as demais regras contidas nas legislações pertinentes do DECEA;

- o veículo utilizado possua as características necessárias e esteja adequadamente equipado, de acordo com as regulamentações da ANAC, para cumprir os requisitos de voo nas classes de espaço aéreo correspondente;

NOTA: As exigências descritas em 4.2.2.1 b) visam resguardar a segurança do tráfego aéreo nos espaços aéreos ATS, em função da convivência dessas aeronaves aerodesportivas com outros tipos de aeronaves.

Conforme a regulamentação do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), para os voos elencados no item 4.2.2.1, letra “b”, somente as regras para a

aviação geral civil se aplicam. Dessa forma, a ICA 100-12, Regras do Ar, em vigor à época do acidente, previa no item 5, Regras do Ar, que:

#### 5.1 CRITÉRIOS GERAIS

5.1.4 Exceto em operação de pouso e decolagem, o voo VFR não será efetuado:

a) sobre cidades, povoados, lugares habitados ou sobre grupos de pessoas ao ar livre, em altura inferior a 300 m (1000 ft) acima do mais alto obstáculo existente num raio de 600 m em torno da aeronave.

Com relação ao procedimento de “voo rasante” ao longo da pista, a baixa altura, seguida de efetiva ascensão com razão positiva de subida apenas com a aeronave já próxima à cabeceira oposta, a Comissão de Investigação averiguou que essa prática era uma “técnica” frequentemente empregada por outros operadores de aeronaves pendulares (ALE/LSA ou não).

Foram observados voos com perfis similares, em considerável quantidade, sendo realizados tanto em SDTB como em outras localidades, como o Aeródromo de Pará de Minas (SNPA), MG e SDVH, entre outros, sendo algumas dessas “passagens” realizadas sobre áreas densamente povoadas.

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

Não houve.

## **2. ANÁLISE.**

Tratava-se de um voo local de instrução, com decolagem de SDTB, seguida de procedimentos de toque e arremetida em SDVH e retorno com pouso final em SDTB.

Constatou-se que a aeronave estava dentro das especificações de peso e balanceamento, de forma que sua performance de planeio não foi afetada.

A aeronave tinha executado uma inspeção de 100 horas no dia 28ABR2021, estando com 383 horas e 42 minutos. Nas cadernetas de manutenção, contudo, essa inspeção estava datada de 19NOV2020, provavelmente por erro de escrituração, pois as horas totais eram correspondentes com as do dia 28ABR2021, de forma que as cadernetas de manutenção foram consideradas desatualizadas. Essa condição, porém, não concorreu para o acidente.

Na ação inicial, verificou-se que não houve o acionamento inadvertido da chave de corte de ignição do instrutor. A partir das informações levantadas, concluiu-se que, o procedimento de lavagem do PU-ATZ no dia anterior ao voo, realizado com água e produto químico tipo detergente, fez com que essa mistura entrasse na caixa da chave de corte de ignição do instrutor, uma vez que tal chave se encontrava exposta ao ambiente externo e sem proteções. Além disso, não houve o escoamento do líquido, visto que o projeto da chave não contemplava suspiros para drenagem.

Referente à essa ação de limpeza e conservação, verificou-se que as instruções contidas no manual não eram robustas o suficiente para assegurar que partes sensíveis à presença de água e umidade não fossem afetadas, tais como a chave de corte de ignição de emergência do instrutor. É possível que instruções adicionais, direcionadas para o isolamento dessas partes sensíveis, fizessem com que as ações de limpeza e conservação tivessem um potencial menor de comprometimento dos sistemas.

Apesar de a chave de corte de emergência, P/N 214081, estar em conformidade com a norma ASTM F2317-16a, o conjunto instalado não oferecia proteção para variações de temperatura e de altitude pressão, tampouco para condições de vibração e umidade, situações que estão presentes no contexto da operação dessa aeronave.

Com isso, ao longo do voo, em função da presença de água com contaminante, foi gerado um curto-circuito suficiente para o apagamento repentino do motor, o qual ocorreu com aproximadamente 44 minutos de voo.

No que se refere aos perfis do voo, levantou-se que a trajetória da decolagem rumo à SDVH se iniciou a partir da metade da pista, com a altura de 500 ft sendo atingida com a aeronave em curva e afastada dela, com razão de subida maior que a da “arremetida” imediatamente anterior ao acidente. Ambos os perfis indicaram que não estava sendo realizado pelo PU-ATZ o aproveitamento máximo da pista disponível.

A partir das entrevistas com os pilotos, dos dados do motor extraídos do EFIS, do relatório do fabricante e considerando a natureza da pane (apagamento da ignição), a baixa razão de subida na arremetida foi decorrente das ações de pilotagem e não em função de eventual perda de potência do motor.

Os perfis das arremetidas no ar, com voos rasantes sobre a pista, realizados em ambos os aeródromos, tratava-se de uma prática já “normalizada”, baseada em uma cultura de operação associada às características do tipo da aviação e à baixa percepção de risco. Constatou-se que o ganho de altura era retardado sem justificativa ligada à segurança operacional ou ganho na instrução do aluno.

Não se buscava acelerar a aeronave em voo nivelado para possibilitar o incremento da razão de subida no início da ascensão, pois essa aeronave possuía boa capacidade de gerar sustentação em função do perfil das asas, chegando a 600 ft/min de razão de subida.

Quanto à aplicação da “técnica de voo rasante” para a visualização da altura de pouso pelo aluno, conforme ocorria em algumas instruções, cabe ressaltar que não seria necessário fazê-la por toda a pista, pois isso não corresponderia a um perfil semelhante a um pouso final.

Verifica-se que, neste acidente, essa “técnica” impossibilitou o pouso em frente na pista ou o retorno a ela, após a falha do motor.

Uma vez que houve a falha de motor na vertical da cabeceira oposta, com a aeronave a 370 ft, 130 ft abaixo da altura mínima de retorno à pista estipulada pelo fabricante, o IN realizou um julgamento adequado em não tentar um retorno à pista.

No tocante ao planejamento de voo, não foi levada em consideração a identificação dos perigos e o gerenciamento do risco para o caso de falha real de motor após a decolagem, não levando em conta, inclusive, o preconizado pelo manual do fabricante da aeronave, que reforçava a necessidade de uma avaliação de cenário. Dessa maneira, a única opção existente para um pouso forçado logo após a decolagem era a Rodovia BR 381.

Apesar de ser uma área plana e sem obstáculos naturais, a probabilidade de uma colisão contra veículos que estivessem trafegando nela era alta.

Uma vez que emergências podem ocorrer a qualquer momento, incluindo em segmentos críticos como o da decolagem, é necessário que haja um planejamento de voo, padronização e adesão a procedimentos e boas práticas que permitam o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, seja a pista em uso ou áreas para pouso de emergência, aumentando, dessa forma, as chances de sucesso e mitigando o risco da operação em aeródromos críticos, como SDTB.

Com relação às operações no espaço aéreo de SDTB, correspondente à ATZ-TB, o NOTAM previa que os tráfegos para aeronaves pendulares (tipo *trike*), entre outras, deveriam ser realizados a 500 ft AGL.

Contudo, o setor W de SDTB utilizado para tráfego era claramente considerado uma região densamente povoada. Ou seja, as aeronaves ALE/LSA Especiais (como era o caso

do PU-ATZ), considerando as Regras do Ar e os RBAC em vigor, deveriam sobrevoar o setor em termos de limite inferior a, no mínimo, 1.000 ft e não a 500 ft, sendo que as de construção amadora (que poderiam ser do tipo aeronave pendular ou não) nem sequer poderiam sobrevoar a região do setor W.

Considerando que emergências podem ocorrer a qualquer momento, como foi o caso do PU-ATZ, e que aquela região era densamente povoada, uma aeronave ALE/LSA Especial que sofra uma pane crítica a 1.000 ft AGL terá, em geral, maior chance de retorno à pista de SDTB do que uma que esteja a 500 ft, a depender do distanciamento lateral (cone de segurança da pista) e de outros fatores, como vento, tipo de pane, etc.

Assim, cabe destacar que a discrepância entre o NOTAM em SDTB e a legislação aeronáutica em vigor, considerando as aeronaves ALE/LSA Especiais, configurava uma possível condição latente de insegurança daquela região, pois o piloto que seguisse o NOTAM em vigor referente ao tráfego no setor W estaria voando a 500 ft, portanto abaixo dos mínimos estabelecidos em legislações sobre área densamente povoada e com menor altura relativa ao cone de segurança da pista.

Sobre os limites verticais superiores da ATZ-TB, a legislação anterior, AIC Nº 33/18, previa um limite vertical de 3.600 ft MSL, determinado e representado de maneira pictográfica no documento uma única vez, na vista de perfil da TMA-SP.

Porém, não foi encontrada qualquer informação que delimitasse o limite vertical superior da ATZ-TB na AIC Nº 17/21 que a substituiu, em vigor a partir de 20MAIO2021, fosse em termos escritos ou, conforme adotado na anterior, em forma de representação pictográfica do perfil vertical, ainda que constasse a menção à existência e representação horizontal da ATZ-TB na vista em planta e em corpo textual.

Dessa forma, a ausência de informação na AIC nº 17/21 que definisse, de forma clara, um limite vertical superior para operação dos voos VFR na região de SDTB, ou seja, em sua ATZ, fosse de maneira escrita ou pictográfica, foi considerada pela Comissão como outra condição latente.

Sobre a padronização de procedimentos em caso de emergências, o manual do fabricante alertava corretamente quanto aos procedimentos para as falhas do motor após a decolagem e para a necessidade de um adequado planejamento de voo que levasse em consideração o contexto operacional.

Contudo, não foram localizadas padronizações de procedimentos no MGO do operador, que orientassem os tripulantes a respeito das emergências, identificação de perigos e gestão do risco para o voo de instrução em SDTB, levando em consideração as particularidades mencionadas.

De forma análoga, também não foram localizadas padronizações de procedimentos em seu manual de instrução para os perfis de tráfegos ou arremetidas, especialmente no ar, que também levassem em consideração as particularidades daquele aeródromo.

Dessa maneira, a ausência de padronização e a real identificação de riscos pode ter propiciado para que o tráfego de arremetida fosse realizado com menor margem de segurança, sem considerar a possibilidade de emergências em voo, o que indicou um gerenciamento e percepção do risco, por parte do operador, insuficiente para aquele contexto de operação.

Do ponto de vista organizacional, essa baixa percepção do risco foi corroborada pelo fato de que não havia reportes voluntários formalizados de qualquer tipo de evento ligado à segurança operacional por parte de alunos e instrutores, que propiciassem a identificação de riscos e o aumento da consciência situacional quanto aos voos a baixa altura e ao retardo da arremetida. Isso indicou uma tendência de enfraquecimento da cultura de segurança operacional do operador.

De acordo com as entrevistas, esse era um procedimento comum na cultura de instrução do operador do acidente em questão e de outros operadores também, o que denota que essa prática já estava normalizada para a operação de aeronaves pendulares, tanto em SDTB como em outras localidades, fossem ALE/LSA ou não, conforme constatado por meio de considerável número de vídeos disponíveis na *internet*.

É possível que o teor de informalidade desse segmento, mesmo que em atividades de instrução realizadas por CIAC, tenha influenciado na redução da percepção dos operadores quanto à necessidade da adesão aos procedimentos operacionais, padronizações e práticas seguras já consagradas na aviação.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) o IN estava com as habilitações de Aeronave Aerodesportiva Pendular Terrestre (AAPT) e Instrutor de Voo de CPA (ICPA) válidas;
- b) o AL estava realizando instrução para adquirir o CPA;
- c) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- d) o IN estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) Especial válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice não estavam atualizadas;
- h) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- i) a aeronave decolou de SDTB a fim de realizar um voo de instrução;
- j) a aeronave prosseguiu para SDVH para a realização de cinco procedimentos de tráfego;
- k) após o regresso à SDTB, foi realizada uma passagem sobre a pista em trajetória de voo reto e nivelado, seguida de arremetida no ar;
- l) na vertical da cabeceira 02, a aproximadamente, 270 ft, ocorreu o apagamento do motor;
- m) o Aeródromo de Atibaia possuía obstáculos para uma tentativa de pouso forçado na projeção de ambas as cabeceiras;
- n) o instrutor prosseguiu para pouso de emergência na rodovia BR 381;
- o) durante o pouso, ocorreu a colisão contra um veículo tipo caminhão-baú, que trafegava naquele momento, e, após, contra o solo;
- p) o PU-ATZ estava equipado com uma chave de corte de emergência da ignição dos magnetos para aeronaves de instrução, a qual possuía um sistema de vedação que impedia o escoamento de água;
- q) a aeronave havia sido lavada com água e sabão no dia anterior ao do voo;
- r) durante a retirada da chave de corte de ignição de instrução e sua manipulação, foi verificada a presença de água;
- s) conforme testes realizados, a água contaminada com sabão em contato com o fio de corte de ignição e o aterramento do motor pode criar um circuito com corrente suficiente para provocar a parada do motor;

- t) não foram encontradas nos manuais do operador padronizações e procedimentos operacionais referentes ao perfil para as arremetidas durante a instrução aérea;
- u) não foram encontradas nos manuais do operador as padronizações dos procedimentos operacionais referentes à falha do motor após a decolagem nem a gestão do risco para operação em SDTB;
- v) a aeronave teve danos substanciais; e
- w) o instrutor sofreu lesões leves e o aluno saiu ileso.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - Projeto - contribuiu.

A chave de corte de emergência estava em conformidade com a norma ASTM F2317-16a. Todavia, o conjunto instalado não oferecia a devida proteção para variações de temperatura e de altitude pressão, tampouco para condições de vibração e umidade. O projeto da chave não contemplava uma vedação efetiva, o que permitiu que houvesse o aterramento do circuito, por meio de contaminação, na chave de corte de ignição de emergência do instrutor e o conseqüente apagamento do motor.

No manual de operação, no capítulo referente a limpeza e conservação, as instruções não eram robustas o suficiente para assegurar que partes sensíveis à presença de água e umidade não fossem afetadas, tais como a chave de corte de ignição de emergência do instrutor.

#### - Cultura organizacional - contribuiu.

O perfil de arremetida a baixa altura, após voo rasante reto nivelado durante a maior parte da extensão de SDTB, o qual degradou a possibilidade de um retorno à pista depois do apagamento do motor, estava relacionado a uma cultura já normalizada desse tipo de técnica, essa, por sua vez, associada a uma baixa percepção do risco e enfraquecimento da cultura de segurança de voo por parte do operador.

#### - Julgamento de pilotagem - indeterminado.

É possível que tenha ocorrido um inadequado julgamento do instrutor em manter a aeronave nivelada durante a arremetida, caso ela tivesse sido iniciada sem a passagem baixa e com maior emprego de razão de subida, a possibilidade de um retorno bem-sucedido à pista teria sido maior, evitando-se, assim, a tentativa de pouso na rodovia e a conseqüente colisão contra o caminhão.

#### - Sistemas de apoio - indeterminado.

Não havia nos manuais do operador os procedimentos padronizados que detalhassem como deveriam ser realizadas as arremetidas no ar e que levassem em conta a identificação de perigos e gerenciamento do risco para uma pane em SDTB.

A padronização desses procedimentos poderia ter evitado a passagem a baixa altura, levando a um ganho de altura mais rápido e propiciado o retorno à pista.

## 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

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

*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-065/CENIPA/2021 - 01****Emitida em: 03/11/2022**

Atuar junto à Looping Escola de Aviação Leve Ltda., a fim de que aquele operador aprimore seu Manual de Gestão da Segurança Operacional bem como seu Programa de Instrução, especialmente no tocante à padronização de procedimentos normais e de emergência e gerenciamento do risco.

**A-065/CENIPA/2021 - 02****Emitida em: 03/11/2022**

Atuar junto à *Trike* Ícaros Indústria Aeronáutica Ltda., no intuito de que aquele fabricante forneça instruções, referentes a limpeza e conservação, mais robustas de forma a assegurar que partes sensíveis à presença de água e umidade não sejam afetadas, tais como a chave de corte de ignição de emergência do instrutor.

**Ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), recomenda-se:****A-065/CENIPA/2021 - 03****Emitida em: 03/11/2022**

Avaliar a viabilidade de revisão do NOTAM de SDTB, a fim de que haja uma adequada padronização para a realização dos circuitos de tráfego e operação de Aeronaves Leves Esportivas Especiais naquele aeródromo, levando em consideração as especificidades dele, da ATZ-ATIBAIA e a presença de áreas densamente povoadas ao seu redor, considerando o preconizado pelas Regras do Ar em vigor, de forma que sejam elevados os níveis da segurança de voo das operações naquela localidade.

**5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.**

A *Trike* Ícaros Indústria Aeronáutica emitiu, em 06JUL2021, o Boletim de Serviço de caráter mandatório, BS-006-21, contemplando os modelos *Adventure*, Número de Série (S/N) ADV-20187, ADV-20192, ADV-20275, ALE-45000, ALE-45011 e ALE-45022, o qual determinou a substituição da “chave de corte da ignição de emergência para instrução”, remoção do P/N 214081 e instalação do P/N 214120, para todas as aeronaves dos S/N mencionados. As modificações visaram evitar a entrada de água, sendo que, caso isso ocorresse, já haveria um dreno, bem como um sistema de diodo adotado para maior proteção contra aterramento.

A Looping Escola de Aviação Leve Ltda., após duas reuniões de segurança operacional registradas em ATA e orientações da Comissão de Investigação, passou a fortalecer seu SGSO através da divulgação de alertas de segurança operacional e do aumento do número de reportes (RELPREV).

Além disso, o CIAC passou a operar, apenas, a partir da cabeceira 02 de SDTB até o limite de vento de cauda de 10 kt, considerando também a altitude densidade, utilizando a cabeceira 20 apenas para pouso final.

Também, por orientação dos investigadores, ela passou a realizar o voo reto nivelado baixo sobre a pista apenas com a finalidade de instrução (percepção de pouso dos alunos) e somente até o primeiro terço da pista, iniciando a arremetida logo em seguida.

Em, 3 de novembro de 2022.