

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-049/CENIPA/2016**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PR-ZRA</b>
<b>MODELO:</b>	<b>CA-9</b>
<b>DATA:</b>	<b>19MAR2016</b>



## **ADVERTÊNCIA**

*Em consonância com a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986, Artigo 86, compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - SIPAER - planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes aeronáuticos.*

*A elaboração deste Relatório Final, lastreada na Convenção sobre Aviação Civil Internacional, foi conduzida com base em fatores contribuintes e hipóteses levantadas, sendo um documento técnico que reflete o resultado obtido pelo SIPAER em relação às circunstâncias que contribuíram ou que podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.*

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

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

*Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do "attachment E" do Anexo 13 "legal guidance for the protection of information from safety data collection and processing systems" da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946.*

*Outrossim, deve-se salientar a importância de resguardar as pessoas responsáveis pelo fornecimento de informações relativas à ocorrência de um acidente aeronáutico, tendo em vista que toda colaboração decorre da voluntariedade e é baseada no princípio da confiança. Por essa razão, a utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, além de macular o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal, pode desencadear o esvaziamento das contribuições voluntárias, fonte de informação imprescindível para o SIPAER.*

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-ZRA, modelo CA-9, ocorrido em 19MAR2016, classificado como “[LOC-I] Perda de controle em voo”.

Após a decolagem, a aeronave descreveu trajetória de curva à direita e colidiu contra uma edificação, em área urbana.

A aeronave foi destruída.

Todos os ocupantes sofreram lesões fatais.

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



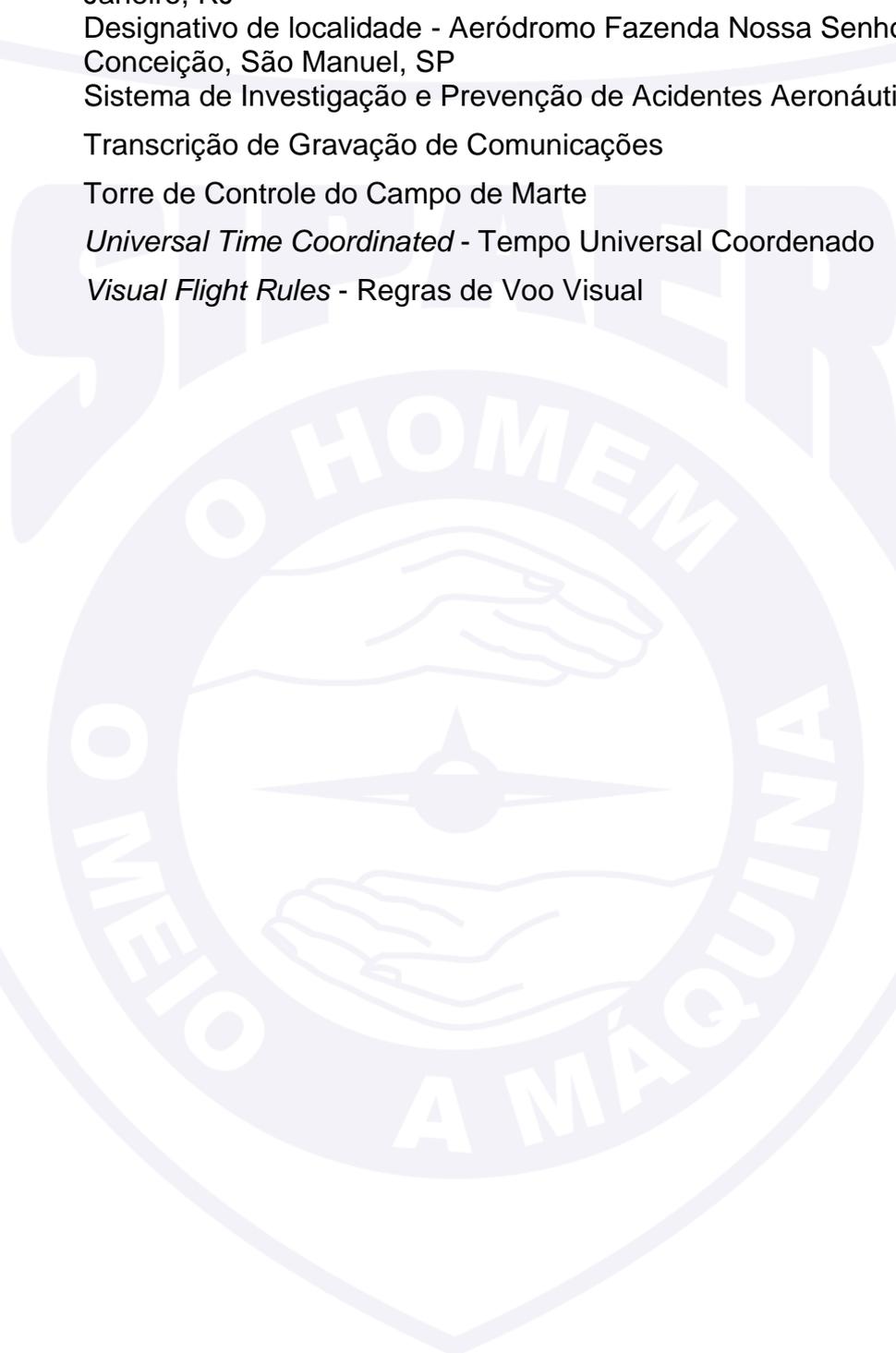
## ÍNDICE

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>7</b>
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave. ....	7
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	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.....	13
1.8. Auxílios à navegação.....	13
1.9. Comunicações.....	14
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	14
1.11. Gravadores de voo.....	14
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	14
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	15
1.13.1. Aspectos médicos.....	15
1.13.2. Informações ergonômicas.....	15
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	15
1.14. Informações acerca de fogo.....	15
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	15
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	15
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	16
1.18. Informações operacionais.....	17
1.19. Informações adicionais.....	21
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	24
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>24</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>28</b>
3.1. Fatos.....	28
3.2. Fatores contribuintes.....	29
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>30</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>31</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APA	Divisão de Propulsão Aeronáutica
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAVE	Certificado de Autorização de Voo Experimental
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DAC	Departamento de Aviação Civil
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
GGCP	Gerência Geral de Certificação de Produto
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
ICA	Instituto de Cartografia da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
IS	Instrução Suplementar
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - Boletim Meteorológico de Localidade
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
PBV	Peso Básico Vazio
PCA	Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade
PET	Categoria de Registro de Aeronave Privada Experimental
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RIAM	Registro de Inspeção Anual de Manutenção
ROTAER	Manual Auxiliar de Rotas Aéreas

RWY	<i>Runway</i> - Pista
SBJD	Designativo de localidade - Aeródromo Estadual de Jundiaí, SP
SBMT	Designativo de localidade - Aeródromo Campo de Marte, São Paulo, SP
SBRJ	Designativo de localidade - Aeródromo Santos-Dumont, Rio de Janeiro, RJ
SDSM	Designativo de localidade - Aeródromo Fazenda Nossa Senhora da Conceição, São Manuel, SP
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TGC	Transcrição de Gravação de Comunicações
TWR-MT	Torre de Controle do Campo de Marte
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> CA-9 <b>Matrícula:</b> PR-ZRA <b>Fabricante:</b> Aeronave de Construção Amadora	<b>Operador:</b> Particular
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 19MAR2016 - 18:23 (UTC) <b>Local:</b> Bairro Jardim São Bento <b>Lat.</b> 23°30'20"S <b>Long.</b> 046°38'41"W <b>Município - UF:</b> São Paulo - SP	<b>Tipo(s):</b> [LOC-I] Perda de controle em voo <b>Subtipo(s):</b> NIL

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Campo de Marte (SBMT), São Paulo, SP, com destino ao Aeródromo Santos-Dumont (SBRJ), Rio de Janeiro, RJ, por volta das 18h20min (UTC), a fim de transportar pessoal, com um piloto e seis passageiros a bordo.

Durante a decolagem da pista (RWY) 30 de SBMT, a aeronave descreveu uma trajetória em curva à direita sem ganhar altura.

Depois de, aproximadamente, dez segundos de voo, o avião colidiu contra uma edificação, em área residencial, a 370 metros da cabeceira 12.

A aeronave ficou destruída.

O tripulante e os passageiros faleceram no local.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	1	6	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída em razão do impacto e do incêndio que se seguiu.

### 1.4. Outros danos.

A aeronave impactou contra uma residência, construída em alvenaria, causando danos substanciais ao imóvel. A residência vizinha àquela impactada diretamente pelo avião também teve danos em seu muro e portão.

Além disso, quatro veículos foram atingidos pelo fogo.

### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

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

Horas Voadas	
Discriminação	Piloto
Totais	215:30
Totais, nos últimos 30 dias	Deconhecido
Totais, nas últimas 24 horas	00:15
Neste tipo de aeronave	Deconhecido
Neste tipo, nos últimos 30 dias	Deconhecido
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:15

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros constantes no sistema CIV Digital da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Em entrevistas realizadas, foi levantado que o piloto dizia possuir mais de treze mil horas de voo totais. Não foi possível confirmar essa informação, uma vez que a sua documentação pessoal não foi encontrada.

O diário de bordo da aeronave foi destruído no acidente, o que impossibilitou a verificação dos dados relativos aos voos recentemente realizados pelo piloto no modelo acidentado.

Verificou-se, também, que as informações constantes no sistema CIV Digital não correspondiam aos movimentos do avião registrados em SBMT.

#### **1.5.2. Formação.**

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no ano de 1987.

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

O piloto possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA), obtida em 1994, e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

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

A ANAC informou que o piloto tinha experiência em aeronaves C-150, C-172, C-182 e PA-28.

De acordo com relatos, ele voava a aeronave acidentada com frequência semanal. Dessa forma, considerou-se que 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 0420109T01, foi montada a partir de um *Kit* comercializado pelo fabricante norte-americano *Comp Air* LLC, em 2012, e estava registrada na categoria Privada Experimental (PET).

Ela não possuía um Certificado de Aeronavegabilidade (CA), já que era de fabricação amadora.

A empresa que importou e comercializou o *Kit* da aeronave PR-ZRA foi a SITREX Comércio e Representação Comercial Ltda., distribuidora do fabricante norte-americano no país, com sede na Fazenda Nossa Senhora da Conceição (SDSM), localizada no município de São Manuel, SP.

A empresa SITREX executou a montagem do avião e também fazia um controle de Inspeções Anuais de Manutenção (IAM). Foi apresentado aos investigadores um Relatório de Inspeção Anual de Manutenção (RIAM) datado de 08DEZ2014. A realização dessa inspeção não era obrigatória.

Havia cadernetas de célula, motor e hélice com anotações desatualizadas no que concernia às horas voadas após a última inspeção. Também não havia obrigatoriedade de que tais registros fossem mantidos em ordem e em dia, já que a legislação aplicável não os requeria.

Foi apurado que o motor e a aeronave possuíam, aproximadamente, 300 horas totais de voo.

A empresa montadora atestou que a aeronave voou cerca de 50 horas antes que seu proprietário a recebesse.

Durante o processo de montagem e registro, um Engenheiro Responsável, também denominado Profissional Credenciado em Aeronavegabilidade (PCA), prestou assessoria técnica ao adquirente do avião e ao piloto que o voaria, na condição de empregado do construtor/operador.

A estrutura do avião tinha como principal matéria prima a fibra de carbono.

O motor do PR-ZRA, *Honeywell* TPE 331-10, número de série P-38297C, era de modelo similar ao operado em outras aeronaves, dentre elas o *Mitsubishi* MU-2B e o *Dornier* 228. Sua potência nominal era de 1.000 SHP ao nível do mar.

O fabricante do *Kit* da aeronave previa a possibilidade de instalação de dois modelos *Honeywell*: o TPE 331-10 ou o TPE 331-12. Em ambos os casos, não havia gráficos de desempenho para a operação no CA-9.

Embora as especificações do fabricante norte-americano previssem a instalação de uma hélice marca *Hartzell* quadripá, a aeronave foi equipada com uma hélice *MT-Propeller* modelo MTV-27-1-E-C-F-R-(G)/CFRL250-103, pentapá.

De acordo com informações obtidas, o PCA do processo de nacionalização deste *Kit* teria recomendado a troca da hélice. Houve menção a uma melhoria de performance que reduziria entre 80 e 100 metros as corridas de decolagem e em 150 metros as corridas de pouso. Além disso, a velocidade de cruzeiro seria acrescida em 10kt. Esses dados não puderam ser confirmados.

Foram identificadas informações diferentes sobre as características e desempenho da aeronave. A Figura 1 apresenta os dados divulgados pelo fabricante do *Kit*.

The image shows a screenshot of the Comp Air website. The browser address bar displays 'www.compairinc.com'. The website header features the 'Comp Air' logo and a navigation menu on the left with categories like AIRCRAFT, POWERPLANTS, SUPER FLOATS, PRICE LISTS, VIDEO & LITERATURE, DOWNLOADS, PRESS, FAQ, SALES, DEALERS, COMPLETIONS, BUS OPPORTUNITY, and CONTACT US. The main content area is titled 'CA-9 Executive' and lists the following specifications:

- Engine:**
  - Manufacturer: Honeywell
  - Model: TPE331-10 or TPE331-12
  - Horsepower: 1,000 @ sea level
  - TBO: 5400 hrs
- Propeller:**
  - Manufacturer: Hartzell
  - Blades: 4
  - Type: Constant Speed, reversible
  - Diameter: 98"
- Dimensions:**
  - Length: 38'
  - Wingspan: 43'
  - Height: 14'
  - Cabin Width: 52"
  - Cabin Height: 51"
  - Seating Capacity: 6 + Head + Baggage
  - Cabin Volume: 150 cu.ft. (aft of cockpit bulkhead)
  - Baggage Volume: 37 cu.ft.
- Wing:**
  - Wing Area: 260 sq. ft.
  - Wing Loading: 29 lbs./sq.ft. @ gross
  - Aspect Ratio: 6
- Speeds:**
  - Max Cruise: 250 ktas @ gross
  - Economy Cruise: 220 ktas @ gross
  - Stall Speed: 58 ktas. @ gross
- Weights:**
  - Empty Weight: 4,300 lbs.
  - Gross Weight: 7,700 lbs.
  - Useful Load: 3,400 lbs
- Fuel & Range:**
  - Fuel Capacity: 300 gal.
  - Fuel Consumption: 40 gph
  - Maximum Range 1,500 nm
- Rate of Climb:**
  - Solo: 4,000fpm
  - Gross: 2,800fpm
- Limits:**
  - G Loading: 4.3, 1.5
  - Takeoff Distance: 750 ft. (gross @ sea level)
  - Landing Roll: 750 ft. (with Beta)
  - Cross Wind Landing: 17 kias.

Figura 1 - Ficha com características do modelo CA-9 divulgada pelo fabricante.

A Figura 2 apresenta os dados divulgados pela empresa que comercializou e montou a aeronave.

O *Compair CA-9 Executive* é um avião destinado principalmente ao transporte pessoal, atendendo às necessidades de negócio ou lazer, com elevada velocidade de cruzeiro, grande carga útil, interior amplo e confortável, versátil e silencioso. A sua construção, totalmente feita em fibra de carbono, confere à estrutura um formato aerodinâmico que, em conjunto com a turbina de 1.000 hp (ao nível do mar) possibilita velocidade de cruzeiro de 250 nós, mesmo com o trem de pouso fixo.

Por sua vez, o trem de pouso fixo, de grande resistência, possibilita a operação em pistas mais rústicas, onde seria impossível a operação de aeronaves com trem retrátil, e a alta carga paga possibilita o carregamento de tudo o que seja necessário em viagens pessoais. A turbina Honeywell oferece a potência para a rápida subida até a altitude de cruzeiro e a decolagem em pistas curtas, sem qualquer problema.

A cabine, com largura de 1,37 metros, acomoda confortavelmente 8 pessoas (incluindo o piloto), podendo 4 dos assentos dos passageiros serem colocados frente a frente ou todos no sentido de voo.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

Fabricante do motor	HONEYWELL
Modelos do motor	TP331-10
Combustível	JET A1
Potência do motor (SHP) - nível do mar	1000 hp (*3)
TBO (h)	5.400
Tipo do trem de pouso	Triciclo (fixo)
Peso máximo de decolagem (kgf)	3.500
Peso máximo de pouso (kgf)	3.500
Peso vazio (kgf)	1.950
Capacidade de combustível utilizável (l)	1.120
Carga útil (kgf)	1.540
Consumo médio horário de combustível (*1) (l/h)	152
Envergadura (m)	13,1
Comprimento total (m)	11,6
Capacidade de assentos	6 ou 7
Portas de acesso à cabine	3

Figura 2 - Ficha com características do modelo CA-9 divulgada pela empresa montadora.

A Figura 3, a seguir, apresenta valores de peso, carga útil, número de assentos e características da hélice encontradas em três diferentes fontes de informação.

A linha A mostra os dados iniciais do processo de montagem do *Kit*, produção de documentação de operação e pesagem.

A linha B contém os dados do requerimento de abertura do processo de registro e do processo H.03 de registro de aeronave experimental. Esses últimos passaram a constar no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB).

A linha C traz a ficha técnica da aeronave divulgada nos sítios das empresas na *internet*, segundo o fabricante do *Kit* e o seu distribuidor.

	Documentação	PBV-em-kg- (*)	Carga-útil- em-kg-(**)	Nº-assentos	Pás-da- hélice	PMD-em-kg
A	Manual-de- Operação   (elaborado-pelo- PCA)	--	--	--	--	3.970
	Placard-na-aeronave   (**)	--	1.450	--	--	3.860
	Foto-da-balança-(**)	2.434	--	--	--	--
B	Req.abert.proc.- (experimental)	2.360	--	1+-7	4	3.260
	H.03-3825   F-100-85-(vistoria- inicial)	2.434	--	1+-7	4	3.900   (3.894-na- planilha)
	RAB	--	--	1+-7	4	3.900
C	Fabricante-EUA- COMP-AIR	1.950	1.542	1+-6	4	3.492
	Distrib.-Brasil- SITREX	1.950	1.540	6-ou-7	4	3.500

Figura 3 - Valores discrepantes dos parâmetros do PR-ZRA.

A página 1 do processo H.03 descrevia o Peso Básico Vazio (PBV) da aeronave como sendo a soma das massas dos seguintes itens: célula, manuais, *checklists*, combustível residual, óleo lubrificante do motor, fluido refrigerante e fluido de freio.

Foram encontradas duas planilhas de Peso e Balanceamento, elaboradas pelo PCA, que continham os valores de 2.410kg e 2.434kg para o PBV, sendo este último o valor informado no processo de avaliação de projeto, construção e operação de aeronave.

A foto da balança com o registro do PBV constava do processo H.03.

Assim, o PBV declarado do PR-ZRA era 2.434kg, enquanto o previsto pelo fabricante seria de 1.950kg.

O fabricante previa um consumo médio de 40gph (152l/h) e a ficha com características do avião, produzida no Brasil, divulgava o mesmo consumo médio.

Em ambos os casos, não havia detalhamento sobre a relação desse parâmetro com regimes de potência ou fases do voo.

A depender da ficha considerada, a capacidade de combustível do CA-9 variava entre 1.120 litros, pela montadora, e 300 galões (1.136 litros), pelo fabricante.

A ficha de peso e balanceamento era elaborada pelo PCA responsável pela montagem.

Na documentação fornecida à equipe de investigação, foram encontradas duas planilhas de Peso e Balanceamento, com datas e valores distintos. Elas mostravam valores diferentes, tanto para o passeio do Centro de Gravidade (CG) como para os braços de força utilizados nos cálculos de carregamento (Figuras 4 e 5).

Os números de 1 a 3 após a expressão "Passageiros", nas Figuras 4 e 5, dizem respeito ao número da fileira de dois assentos para passageiros.

FICHA DE PESO E BALANCEAMENTO - AERONAVE COMPAIR CA-9 PR-ZRA										
Estação	m	-0,89	2,88	1,98	1,40	2,23	3,14	4,04	5,46	5,98
Bequilha	Kgf	367								
Trem Principal	Kgf		2.043							
Combustível	Kgf			800						
Pilotos	Kgf				180					
Passageiros 1	Kgf					180				
Passageiros 2	Kgf						180			
Passageiros 3	Kgf							180		
Bagageiro 1	Kgf								50	
Bagageiro 2	Kgf									50
Peso pilotos e pax		180								
Peso Vazio (Kgf)		2.410								
Peso Total (Kgf)		4.030	367	2.043	800	180	180	180	180	50
Momento com carga		9.659	-327	5.884	1.584	252	401	565	727	273
Momento vazio		5.557								
	m									
Limite CG Dianteiro		2,15								
CG vazio		2,31								
CG carregado		2,40								
Limite CG Traseiro		2,51								

Eng. Aer. Benedicto Ivan Perotti - CREA 0600154522

Figura 4 - Primeira planilha de Peso e Balanceamento, datada de 03NOV2012.

AERONAVE VAZIA			
Item	Braço em Polegadas	Peso Kg	Momento
Bequilha	-35,00	355,00	-12.425,00
Trem principal	113,19	2.079,00	235.322,01
<b>TOTAL</b>	<b>91,58</b>	<b>2.434,00</b>	<b>222.897,01</b>

TABELA DE CARREGAMENTO			
Item	Braço em Polegadas	Peso Kg	Momento
Avião Vazio	91,58	2.434,00	222.897,01
Piloto	57,00	200,00	11.400,00
Passageiro 1	91,00	180,00	16.380,00
Passageiro 2	128,00	160,00	20.480,00
Passageiro 3	165,00	160,00	26.400,00
Bagageiro 1	223,00	50,00	11.150,00
Bagageiro 2	244,00	50,00	12.200,00
Tanque de Combustível	93,00	800,00	74.400,00
<b>TOTAL</b>	<b>97,99 CG</b>	<b>4.034,00</b>	<b>395.307,01</b>

<b>PASSEIO DO CG : 87,77" a 102,77"</b>
---

<b>PESO MÁXIMO DE DECOLAGEM : 3.900 Kg</b>
--

Figura 5 - Segunda planilha de Peso e Balanceamento, datada de 06DEZ2012.

Havia a previsão de um sistema de alerta ao piloto, que forneceria a informação de carregamento inadequado. A partir dos parâmetros de peso e balanceamento inseridos, o visor apresentaria tarja vermelha quando o passeio de CG fosse ultrapassado no PR-ZRA. Não foi possível confirmar se esse sistema (Figura 6) estava sendo utilizado na aeronave.



Figura 6 - Sistema de aviso do carregamento da aeronave, instalado em outro modelo de aeronave do fabricante do Kit.

Os assentos eram fixados sobre trilhos, possibilitando maior ou menor espaço entre eles, conforme Figura 7.

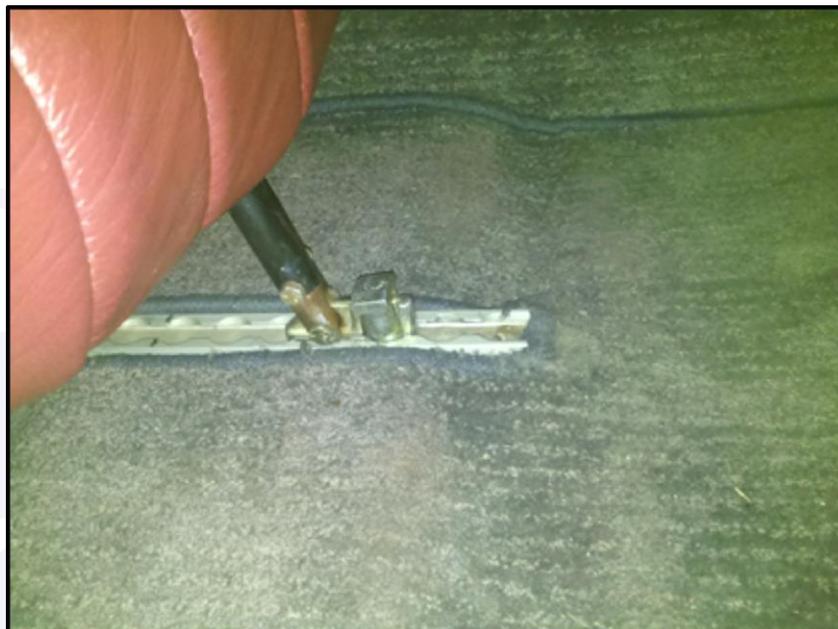


Figura 7 - Aspecto de montagem dos assentos no piso da aeronave, em modelo semelhante ao CA-9.

O fabricante do *Kit* indicava que a aeronave poderia receber sete assentos, sendo um para o piloto e seis para os passageiros.

Pelo que foi apurado, o PCA responsável modificou tais parâmetros de carregamento. A aeronave foi registrada com oito assentos, sendo um para o piloto e sete para passageiros.

O PCA responsável também realizou a troca da hélice. A original, especificada pelo fabricante do *Kit*, era quadripá, e foi substituída por uma pentapá.

Segundo a empresa montadora da aeronave, muitas decisões eram tomadas entre o PCA e o piloto. Nesse contexto, foram concebidos pelo PCA, com a participação do piloto, um *checklist* e um manual de operação.

O engenheiro qualificado como PCA havia falecido antes da ocorrência com o PR-ZRA, o que impossibilitou maiores esclarecimentos sobre os parâmetros estabelecidos para a operação do avião.

Durante a investigação, o fabricante do *Kit* foi consultado, diretamente e por intermédio do NTSB, sobre questões técnicas que poderiam esclarecer parâmetros de operação da aeronave, porém não houve resposta.

### **1.7. Informações meteorológicas.**

O Boletim Meteorológico de Localidade (METAR) em vigor no momento da decolagem registrava vento de 290° com 7kt, temperatura de 31°C, teto e visibilidade favoráveis ao voo visual.

O vento predominante no momento da decolagem, conforme informado pela Torre Marte (TWR-MT), era de 330° com 5kt de intensidade.

### **1.8. Auxílios à navegação.**

Nada a relatar.

## 1.9. Comunicações.

A Transcrição da Gravação das Comunicações (TGC), obtida junto aos órgãos de controle de tráfego aéreo, não evidenciou qualquer anormalidade.

## 1.10. Informações acerca do aeródromo.

O Aeródromo Campo de Marte era público/militar, administrado pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 12/30, dimensões 1.600m x 45m, com elevação de 2.369ft.

De acordo com o Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER), a pista utilizada estava operando com as seguintes restrições em suas dimensões:

RWY 12 interdita FST 300M para LDG e RWY 30 nos últimos 300M para DEP, virtude obstáculos na aproximação RWY 12;

RWY 30 interdita FST 150M para LDG e RWY 12 nos últimos 150M para DEP, virtude obstáculos na aproximação RWY 30.

Dessa forma, o comprimento disponível para a decolagem do PR-ZRA era de 1.300 metros.

## 1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

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

Após a decolagem, a aeronave não ganhou altura conforme o esperado e colidiu, primeiramente, contra arbustos de um terreno e, posteriormente, contra a fachada de uma residência de dois andares, localizada cerca de 240 metros à direita da cabeceira original da pista 12 de SBMT (Figura 8).



Figura 8 - Trajetória final e local de impacto da aeronave.

O impacto e o incêndio que se seguiu provocaram danos substanciais à parte frontal desse imóvel.

Os destroços da aeronave concentraram-se na área térrea, na frente da casa, em espaço de cerca de 20m<sup>2</sup>.

A fuselagem, fabricada predominantemente em material composto, ficou muito fragmentada na colisão e destruída pelo incêndio que se seguiu.

Apenas partes do grupo turbopropulsor e de alguns acessórios, danificados por impacto e fogo, puderam ser recuperados.

Fragmentos das pás da hélice foram encontrados a 20 metros e a 60 metros a oeste do local do impacto. Essas partes encontravam-se nos telhados das casas vizinhas àquela atingida pela aeronave.

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

#### **1.13.1. Aspectos médicos.**

Não foram encontradas evidências da contribuição de aspectos médicos para a ocorrência.

O exame necroscópico foi negativo para a presença de substâncias psicoativas indevidas no organismo do piloto.

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

Não foram encontradas evidências da contribuição de aspectos ergonômicos para a ocorrência.

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

Nada a relatar.

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

O fogo que se seguiu ao impacto com a edificação consumiu a aeronave e parte da área frontal da edificação de dois andares.

As análises indicaram que o fogo ocorreu pós-impacto.

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

Todos os ocupantes faleceram em consequência do impacto e a aeronave ficou totalmente destruída.

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

O teste do combustível fornecido à aeronave pela distribuidora que atendeu o PR-ZRA no Aeroporto Estadual de Jundiaí (SBJD), SP, seu aeródromo de origem, constatou que ele atendia às características do querosene de aviação, com grau de pureza adequado.

O exame dos componentes do grupo motopropulsor, recolhidos no local do acidente, revelou que o motor desenvolvia potência e torque elevados no momento da colisão contra a edificação.

Marcas de roçamento no rotor do estágio centrífugo de compressão e nos três estágios de turbina, a presença de material superaquecido depositado em aletas e a existência de material que foi ingerido pelo motor em seu interior, dentre outros aspectos, corroboraram essa conclusão.

As imagens a seguir foram extraídas do relatório técnico emitido pela Divisão de Propulsão Aeronáutica (APA) do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) (Figuras 9 e 10).

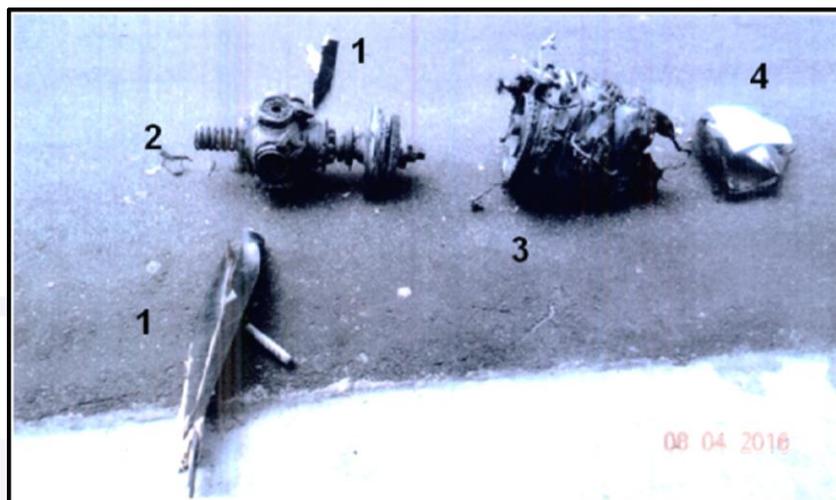


Figura 9 - Partes do grupo motopropulsor: 1) pás da hélice; 2) caixa de redução; 3) seção quente; 4) carenagem.

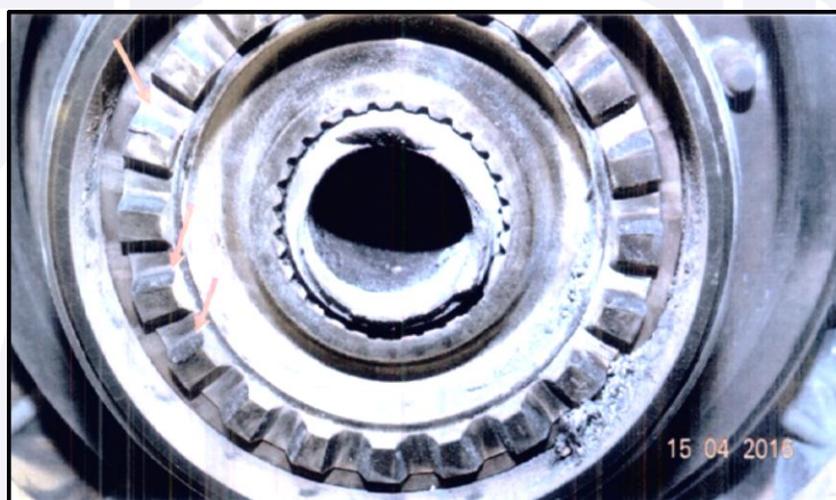


Figura 10 - Estágio centrífugo do compressor mostrando danos aos dentes trapezoidais, eixo cisalhado por sobrecarga e depósito de material fragmentado.

Em função do grau de destruição provocado pelo impacto e pelo fogo, não foi possível examinar os componentes do sistema de comandos de voo da aeronave.

A *Comp Air* não fornecia um roteiro ou padrão de inspeções a serem realizadas no CA-9 durante o ciclo de utilização do *Kit*, uma vez montado. A empresa montadora informou que utilizava como guia o Apêndice D do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 43, denominado “Objetivos e Detalhes de Itens a serem incluídos nas Inspeções Anuais e Inspeções de 100 horas (conforme aplicável para aeronaves específicas)”.

De acordo com as informações colhidas, os mecânicos que participaram da montagem do *Kit* não possuíam Certificado de Habilitação Técnica (CHT).

Constatou-se que certos equipamentos de medidas de precisão utilizados pelos mecânicos passaram por calibrações em 13OUT2010 e em 10DEZ2010, porém foram encontrados equipamentos sem calibração.

### 1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Em virtude de a aeronave não possuir homologação ou certificação aeronáutica, tendo somente o Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), diversos dados

técnicos não estavam disponíveis nas publicações obtidas, por não serem exigidos pela agência reguladora.

### 1.18. Informações operacionais.

O voo tinha por objetivo o transporte do proprietário da aeronave, acompanhado de familiares, para compromisso social no Rio de Janeiro, RJ.

O piloto tinha vínculo empregatício com o proprietário do PR-ZRA, que acompanhou os voos pós-montagem do avião, realizados a partir da cidade de São Manuel, SP.

Não havia protocolo do que cumprir nos voos iniciais. Da mesma forma, não havia uma padronização do treinamento inicial (de solo ou de voo) no CA-9.

Na data da ocorrência, a aeronave decolou de SBJD e pousou no Campo de Marte, às 17h00min (UTC), para embarque dos passageiros.

A etapa de voo de Jundiaí ao Campo de Marte durou 14 minutos, das 16h46min (UTC) às 17h00min (UTC).

Em SBMT, após procedimentos de rotina, o comandante embarcou seis pessoas, deu partida, realizou o táxi pelas *taxiways* “J”, “A” e “B” e posicionou a aeronave para a decolagem da cabeceira 30.

A autorização de tráfego previa curva à esquerda ao cruzar 3.200ft. Controladores de tráfego aéreo de serviço na Torre Marte declararam que a aeronave taxiou normalmente, aguardou o pouso de um C-90 *King Air*, no ponto de espera da cabeceira 30, e decolou cerca de um minuto depois.

A saída do solo ocorreu, aparentemente, após o campo de futebol do clube esportivo localizado próximo à pista, do lado direito, nas imediações da pista de táxi “D”. Essa distância de decolagem não era normalmente observada quando se tratava de tráfegos equipados com motores convencionais ou turboélices e sim de aeronaves a jato.

Segundo um desses controladores, que observava a corrida da aeronave no solo, ela teve dificuldade em alçar voo, o que o fez chamar a atenção dos demais colegas de turno. Aqueles que observaram a decolagem do PR-ZRA também tiveram a impressão de que o avião saiu do solo com certa dificuldade, em curva de pequena inclinação à direita.

Eles acompanharam a trajetória à direita até que o PR-ZRA saiu do campo de visão e, logo depois, observaram a fumaça subindo do solo.

Não foi observado pela Torre de Controle nada que denotasse fogo ou fumaça com a aeronave em voo.

A altura alcançada pela aeronave foi estimada em menos de 20 metros. No entanto, considerando o efeito de paralaxe e a distância a partir da visualização da torre, essa medida poderia ser imprecisa.

Outros observadores também relataram ver a aeronave saindo do solo, aparentemente com pouca velocidade, inclinando ligeiramente à esquerda e, em seguida, descrevendo trajetória à direita, até que avistaram a fumaça vinda do solo.

Duas câmeras de segurança do aeroporto, posicionadas sobre a Torre de Controle (lado direito da pista) e sobre o prédio da Administração Aeroportuária (lado esquerdo da pista), filmaram a corrida de decolagem e a subida inicial do PR-ZRA.

Essas imagens demonstram, inicialmente, uma aparente normalidade no início da corrida na pista.



Figura 11 - Corrida de decolagem (vista da lateral direita da pista).



Figura 12 - Corrida de decolagem (vista da lateral esquerda da pista).



Figura 13 - Corrida de decolagem (vista da lateral direita da pista).

As imagens, feitas a partir de pontos à esquerda e à direita da trajetória de decolagem, foram tratadas digitalmente em um programa *Computer Aided Design* (CAD) e georreferenciadas, a partir de imagem satélite de alta resolução fornecida pelo Instituto de Cartografia da Aeronáutica (ICA). Esse processo permitiu obter medições da distância percorrida pela aeronave durante a corrida de decolagem com margem de erro de 5 metros.

Assim, estimou-se que a saída do solo ocorreu a cerca de 900 metros da cabeceira 30 e que, durante a corrida na pista, foi atingida uma velocidade de 87,47kt.



Figura 14 - Croqui da trajetória de decolagem em SBMT.

Uma das últimas imagens da decolagem, capturada pela câmera localizada na Torre de Controle (Figura 15), sugere que, ao cruzar as marcas da cabeceira 12 deslocada, a aeronave ainda estava muito próxima do solo, corroborando as declarações sobre a dificuldade que o avião demonstrava para ganhar altura.



Figura 15 - Corrida de decolagem (vista direita), dez segundos após a Figura 13.

Os vídeos não registraram o segmento final do voo até a colisão.

Em varredura realizada na pista do Campo de Marte, logo após o acidente, os bombeiros não encontraram nenhum material que pudesse ter se desprendido da aeronave ou colidido contra ela durante a corrida de decolagem.

Embora tenham sido observadas aves na área gramada ao redor do aeródromo, não foram encontrados indícios de que tenha ocorrido uma colisão com fauna durante a decolagem.

Os planos de voo, os arquivos de áudio das comunicações e os álbuns de revisualização-radar, tanto do trecho SBJD-SBMT como do próprio trecho SBMT-SBRJ, não trouxeram informações relevantes para essa investigação.

O abastecimento da aeronave havia sido feito para completar os dois tanques de combustível, como era praxe quando essa operação era realizada em Jundiaí. O comprovante de entrega fornecido mostrava que ela recebeu um total de 411 litros de querosene de aviação.

De acordo com os cálculos da comissão de investigação, na decolagem de SBMT, havia 861kg de combustível a bordo da aeronave (1.120 litros, equivalente a 896kg menos 35kg do consumo SBJD-SBMT).

Com base na visualização por câmeras e em entrevistas realizadas, estimou-se que o peso total dos ocupantes e bagagens embarcadas era de 520kg (quatro pesando 75kg, três pesando 60kg e 40kg das bagagens).

Assim, considerando o PBV de 2.434kg, informado no processo de registro de aeronave experimental, mais 520kg (passageiros mais bagagem), mais 861kg de combustível, chegou-se ao total de 3.815kg de peso de decolagem aproximado.

Por esse cálculo, o PR-ZRA estaria próximo do Peso Máximo de Decolagem (PMD) informado à autoridade de aviação civil por ocasião do seu registro, no momento da decolagem.

Nas entrevistas, levantou-se que a maioria das etapas era realizada com dois ou três ocupantes, no entanto, por vezes, o PR-ZRA transportava até sete ocupantes.

Não foi possível determinar qual foi o posicionamento dos passageiros na aeronave, já que a câmera de pátio não registrava a posição em que ocorreu o embarque. As entrevistas realizadas com o pessoal que acompanhou a partida do avião e com familiares não contribuíram nesse sentido.

Dessa forma, não foi possível estimar a situação do balanceamento da aeronave.

### 1.19. Informações adicionais.

O RBAC nº 21, que dispunha sobre a Certificação de Produto Aeronáutico, previa, em sua seção 21.191 Certificados de autorização de voo experimental, o seguinte:

“[...]

21.191 Certificados de autorização de voo experimental

Os certificados de autorização de voo experimental são emitidos para os seguintes propósitos:

[...]

(g) operação de aeronave de construção amadora.

(1) Operação de aeronave cuja porção maior foi fabricada e montada por pessoas que realizaram a construção unicamente para sua própria educação ou recreação; ou

(2) Operação de aeronave que não atenda ao critério da porção maior, que se enquadre na definição de veículo ultraleve segundo o RBHA 103A e cuja construção seja finalizada e evidenciada até 01/12/2014, desde que a maioria das tarefas de construção da aeronave seja realizada no Brasil.

[...]

(i) operação de aeronave leve esportiva que:

(1) por suas características, se enquadre na definição de aeronave leve esportiva segundo a seção 01.1 do RBAC 01 e cuja construção seja finalizada e evidenciada até 01/12/2016, desde que a maioria das tarefas de construção da aeronave seja realizada no Brasil; ou

[...]”

O mesmo RBAC nº 21 previa, em sua seção 21.193 Certificado de autorização de voo experimental. Generalidades, o seguinte:

“[...]

21.193 Certificado de autorização de voo experimental. Generalidades

O requerente de um certificado de autorização de voo experimental deve entregar, junto com o requerimento, as seguintes informações:

(a) uma declaração, na maneira estabelecida pela ANAC, definindo os propósitos para os quais a aeronave será usada;

(b) dados suficientes (como fotografias, por exemplo) para identificar a aeronave;

(c) qualquer informação pertinente que, após inspecionar a aeronave, a ANAC tenha julgado necessária para salvaguarda do interesse público;

[...]”

Por sua vez, a Instrução Suplementar (IS) nº 21.191-001A, que dispunha sobre Aeronaves de Construção Amadora, estabelecia, na seção 5.12 Restrições Operacionais:

“[...]

5.12 Restrições Operacionais

5.12.1 A ANAC estabelecerá as restrições operacionais aplicáveis a cada aeronave. Entretanto, as restrições abaixo se aplicam indistintamente a todas as aeronaves de construção amadora:

a) Qualquer operação deve obedecer aos requisitos da seção 91.319 do RBHA 91, ou documento equivalente que venha a substituí-lo, e aos demais requisitos do referido RBAC aplicáveis à operação que está sendo conduzida;

[...]"

O Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica RBHA nº 91, que dispunha sobre Regras Gerais de Operação para Aeronaves Civis, estabelecia, na seção 91.319 - Aeronave Civil com Certificado de Autorização de Voo Experimental. Limitações, letra (c):

"[...]

91.319 - AERONAVE CIVIL COM CERTIFICADO DE AUTORIZAÇÃO DE VOO EXPERIMENTAL. LIMITAÇÕES OPERACIONAIS

[...]

(c) A menos que de outra forma autorizada pelo CTA em limitações operacionais especiais, nenhuma pessoa pode operar uma aeronave com certificado de autorização de voo experimental sobre áreas densamente povoadas ou em uma aerovia movimentada. O CTA pode emitir limitações operacionais especiais para uma particular aeronave, permitindo que decolagens e pousos possam ser executados sobre áreas densamente povoadas ou sob aerovias movimentadas, listando na autorização os termos e condições em que tais operações podem ser conduzidas, no interesse da segurança.

[...]"

Em relação à manutenção da aeronave e à segurança de voo, a IS nº 21.191-001A orientava que, dentre outras providências, o construtor deveria:

- elaborar um Manual de Voo para estabelecer todas as limitações operacionais aplicáveis à aeronave;
- no caso de aeronaves equipadas com produtos aeronáuticos e componentes aprovados para uso aeronáutico, usar os critérios de inspeção e troca por tempo de vida limite aprovados ou estabelecidos por seus respectivos fabricantes;
- elaborar um programa de manutenção e inspeções da aeronave;
- abrir cadernetas de célula e do grupo motopropulsor para registro das anotações apropriadas (revisões, modificações, inspeções periódicas, etc.); e
- registrar as IAM de acordo com o formulário disponível no sítio da ANAC.

No entanto, a mesma IS nº 21.191-001A previa, em sua seção 5.2 Requisitos Aplicáveis, o seguinte:

"[...]

5.2 Requisitos Aplicáveis

5.2.1 Um construtor amador não necessita demonstrar o cumprimento com requisitos de aeronavegabilidade ou de produção correspondentes a qualquer categoria de aeronave.

[...]"

O RBHA nº 103A, que dispunha sobre a operação de veículos ultraleves no espaço aéreo brasileiro, trazia, em sua seção 103.3 - Definições, a seguinte informação:

"[...]

103.3 - DEFINIÇÕES

Para os objetivos deste regulamento são válidas as seguintes definições:

(a) [Veículo ultraleve autopropulsado (designado neste regulamento, genericamente, como veículo ultraleve ou, simplesmente, ultraleve), significa uma aeronave muito leve experimental tripulada, usada ou que se pretenda usar exclusivamente em operações aéreas privadas, principalmente desporto e recreio,

durante o horário diurno, em condições visuais, **com capacidade para 2 (dois) ocupantes no máximo** e com as seguintes características adicionais:

- (1) **Monomotor, com motor convencional (a explosão)** e propulsado por uma única hélice;
- (2) **Peso máximo de decolagem igual ou inferior a 750 kgf;** e
- (3) Velocidade calibrada de estol (CAS), sem motor, na configuração de pouso (V<sub>so</sub>) igual ou inferior a 45 nós.]

[...]” **grifos nossos**

Por sua vez, o RBAC nº 01 EMENDA nº 02, que tratava das Definições, Regras de Redação e Unidades de Medida para Uso nos RBAC, trazia, na seção 01.1 Definições, a seguinte informação:

“[...]

#### 01.1 Definições

*Aeronave leve esportiva* significa uma aeronave, excluindo helicóptero ou aeronave cuja sustentação dependa diretamente da potência do motor (*powered-lift*), que, desde a sua certificação original, tem continuamente cumprido com as seguintes características:

- (1) **peso máximo de decolagem menor ou igual a:**
  - (i) **600 quilogramas para aeronave a ser operada a partir do solo apenas;** ou
  - (ii) 650 quilogramas para aeronave a ser operada a partir da água.
- (2) **velocidade máxima em voo nivelado com potência máxima contínua (VH) menor ou igual a 120 knots CAS**, sob condições atmosféricas padrão ao nível do mar.
- (3) velocidade nunca exceder (VNE) menor ou igual a 120 knots CAS para um planador.
- (4) velocidade de estol (ou velocidade mínima em voo estabilizado), sem o uso de dispositivos de hipersustentação (VS1), menor ou igual a 45 knots CAS no peso máximo de decolagem certificado e centro de gravidade mais crítico.
- (5) **assentos para não mais do que duas pessoas, incluindo o piloto.**

[...]” **grifos nossos**

Em pesquisas realizadas junto à Gerência Geral de Certificação de Produto (GGCP) da ANAC, foi levantado que o processo de registro e acompanhamento de aeronaves experimentais estava sendo objeto de estudo, de forma a se segmentar tais equipamentos em subclassificações, com vistas a determinar marcos regulatórios específicos, a depender do peso e da performance dos equipamentos.

Sobre as especificações dos projetos submetidos a sua avaliação, com base na regulação aplicável à construção amadora, a ANAC considerava que o profissional de engenharia que desempenhava a atividade de PCA era competente para garantir o grau de segurança exigido para uma aeronave experimental.

Assim, seguindo protocolos internos, a avaliação do projeto, da construção da aeronave e a posterior emissão do CAVE ocorriam com base na documentação apresentada. Era responsabilidade do PCA a conformidade da aeronave construída com o projeto descrito na documentação técnica entregue à Agência.

Em suma, o PCA possuía atribuição de garantir a segurança durante o processo de construção e registro, contudo, essa responsabilidade não incluía a aeronavegabilidade continuada do equipamento.

A GGCP recebia e examinava a documentação, emitindo o registro de aeronave experimental.

A vistoria de uma aeronave em montagem, obrigatoriamente, fazia parte do processo de recertificação dos PCA e ocorria com frequência anual.

A legislação aplicável à concessão de certificados de autorização de voo experimental para aeronaves de construção amadora aplicava o critério da porção maior para que ela pudesse ser registrada como tal, em nome do seu construtor/operador.

Esse critério, relacionado à construção de aeronaves por amadores, significava que, quando a aeronave estivesse completa, a maioria das tarefas da lista de verificação de fabricação e montagem tivesse sido realizada pelo construtor amador.

Entretanto, havia casos, como o do PR-RZA, em que a montagem do *Kit* da aeronave era realizada por terceiros e acompanhada pelo construtor.

Durante o processo de investigação, foi observado que no sítio da ANAC, no endereço eletrônico <http://www.anac.gov.br/noticias/2016/voce-conhece-a-aviacao-experimental><sup>1</sup>, em uma notícia relacionada à aviação experimental, a autoridade de aviação civil brasileira destacava os seguintes aspectos:

[...]

Uma aeronave experimental, que geralmente se caracteriza por não ser submetida a uma longa campanha de testes exaustivos, **deve expor poucas pessoas ao risco e somente aquelas inerentes ao projeto. (grifo nosso)**

[...]

Os pilotos não podem se esquecer de que as aeronaves desta categoria devem ser operadas dentro dos limites regulamentares e demais limitações indicadas no certificado de aeronavegabilidade experimental que acompanha cada aeronave, e de que o acompanhamento dos aspectos técnicos, incluindo a manutenção, é importante medida para que se evitem acidentes.

[...]"

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de passageiros entre SBMT e SBRJ.

Os dados coletados em relação ao voo anterior ao da ocorrência não evidenciaram a existência de qualquer tipo de anormalidade que pudesse ter contribuído para o acidente em tela.

Com base no resultado da varredura executada na pista após o acidente, descartou-se a possibilidade de que o desempenho da aeronave ou do piloto tenha sido afetado pelo desprendimento de partes, colisão contra objetos ou fauna.

Além disso, no último contato com a Torre de Controle, a aeronave acusou a decolagem e utilizou a fraseologia padrão.

Os exames e testes realizados nas partes recuperadas do grupo motopropulsor levaram a comissão de investigação a concluir que o motor funcionava normalmente e produzia potência elevada no momento do impacto.

Pelo que foi apurado junto aos profissionais que controlavam a aeronave na Torre Marte, nenhuma indicação de falha mecânica foi observada durante a decolagem.

Além disso, não foi constatada anormalidade no combustível utilizado pelo PR-ZRA.

<sup>1</sup> Notícia: Você conhece a Aviação Experimental? Curiosidades e diferenças para a Aviação Certificada. Publicado: 28/01/2016 16h41. Última modificação: 05/09/2017 12h00. Acesso em 02OUT2018.

Dessa forma, excluiu-se a hipótese de falha no motor como fator contribuinte para o acidente.

O grau de destruição apresentado pela estrutura do avião impossibilitou a eliminação de uma falha nos comandos de voo e/ou superfícies de sustentação como fator contribuinte para a ocorrência. No entanto, as imagens colhidas pelas câmeras de segurança e os depoimentos dos controladores de voo permitiram classificar como remota essa possibilidade.

Sobre as condições de aeronavegabilidade da aeronave, de acordo com as informações colhidas, a empresa SITREX, que executou a montagem do avião, também fazia um controle de Inspeções Anuais de Manutenção (IAM). No entanto, o Relatório de Inspeção Anual de Manutenção (RIAM) apresentado aos investigadores datava de 08DEZ2014.

As cadernetas de célula, motor e hélice continham anotações desatualizadas no que concernia às horas voadas após a inspeção.

A IS nº 21.191-001A orientava que deveria ser elaborado um programa de manutenção e inspeções da aeronave e que as IAM fossem registradas de acordo com o formulário disponível no sítio eletrônico da ANAC.

Já que o fabricante do *Kit* não disponibilizava um roteiro ou padrão de inspeções a serem realizadas no CA-9 durante o seu ciclo de operação, a utilização do Apêndice D do RBAC nº 43 como guia, conforme declarado pela empresa que realizou a montagem da aeronave, seria uma forma adequada para conduzir as inspeções do avião. Entretanto, tais registros não estavam disponíveis para exame por parte dos investigadores.

A IS nº 21.191-001A também recomendava a abertura de cadernetas de célula e do grupo motopropulsor para registro das anotações apropriadas (revisões, modificações, inspeções periódicas, etc.).

No entanto, já que a mesma Instrução esclarecia que um construtor amador não necessitava demonstrar o cumprimento de requisitos de aeronavegabilidade ou de produção correspondentes a qualquer categoria de aeronave, a inexistência ou falta de atualização em tais documentos não feria a legislação aplicável à operação de uma aeronave de construção amadora.

Assim, em função da operação conduzida segundo um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE), diversos dados técnicos não estavam disponíveis nos documentos produzidos pelo operador, já que não havia obrigatoriedade de que tais registros fossem mantidos em ordem e em dia.

Essa condição dificultou a pesquisa acurada quanto à periodicidade e à qualidade dos serviços de manutenção executados no avião.

À luz da regulação aplicável à construção amadora de aeronaves, a instalação de uma hélice pentapá, em substituição à quadripá especificada pelo fabricante norte-americano do *Kit*, estava dentro do escopo das capacidades do PCA.

Se por um lado as melhorias de performance em decolagem, pouso e velocidade não puderam ser comprovadas, um vez que não havia dados de ensaio em voo dessa nova configuração, por outro também não foram encontradas evidências de que essa substituição tenha tido influência no acidente.

Sob a mesma ótica, a participação de profissionais sem habilitação técnica em construção ou manutenção aeronáutica e a utilização de equipamentos de precisão sem calibração na montagem da aeronave podiam ser encaradas como parte do contexto da construção amadora de aeronaves, já que não havia requisitos que impedissem essas condições.

Sobre o balanceamento da aeronave, foram encontradas duas planilhas, com datas e parâmetros de cálculo distintos.

A comparação entre os valores apresentados nessas tabelas evidenciou que havia diferenças significativas nos braços de força, o que afetaria os cálculos da distribuição de peso na aeronave dependendo da versão utilizada (Figura 16).

Estação	Braço planilha 03NOV2012 (em metros)	Braço planilha 06DEZ2012 (pol convertida para metros)
Bequilha	-0,89	-0,89
Trem principal	2,88	2,88
Combustível	1,98	2,36
Pilotos	1,4	1,45
Passageiros 1	2,23	2,31
Passageiros 2	3,14	3,25
Passageiros 3	4,04	4,19
Bagageiro 1	5,46	5,66
Bagageiro 2	5,98	6,20
Passeio do CG	2,15 a 2,51	2,23 a 2,61

Figura 16 - Tabela comparativa das planilhas de peso e balanceamento encontradas.

Da mesma forma, os limites máximos de deslocamento do CG para frente e para trás também variavam. Observou-se que, na planilha elaborada em 06DEZ2012, o CG da aeronave se deslocou para trás.

Os braços de força referentes aos assentos poderiam variar, a depender da forma como eles estivessem fixados aos trilhos do piso. No entanto, não foi possível determinar as razões para as diferenças existentes entre os valores relacionados aos tanques de combustível e aos bagageiros, já que suas posições não poderiam ser alteradas durante a montagem do *Kit*.

Apesar dessas discrepâncias, assumindo que a planilha mais recente estivesse correta, a comissão de investigação concluiu, após aplicar nela várias combinações diferentes para distribuir os passageiros, que o CG da aeronave, provavelmente, estava dentro do limite de passeio adequado ao voo.

No que concerne ao peso máximo de decolagem, observou-se uma grande variação entre os dados publicados pelo fabricante do *Kit* e aqueles informados à ANAC por ocasião da obtenção do Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE).

Entre a informação divulgada pelo fabricante (3.492kg - 7.700lbs) e o valor para o qual a aeronave havia recebido sua autorização de voo experimental (3.900kg) havia uma diferença, para mais, da ordem de 408kg.

Considerando os cálculos da comissão de investigação, no momento da decolagem, o avião estaria 323kg acima do peso máximo estipulado pelo fabricante do *Kit* (3.815kg - 3.492kg = 323kg) e 85kg abaixo do especificado no CAVE (3.900kg - 3.815kg = 85kg).

Já que não havia gráficos de desempenho em decolagem, não foi possível determinar se o comprimento de pista disponível (1.300m) seria suficiente para a partida segura do PR-ZRA naquelas condições de peso, elevação do campo e temperatura ambiente.

No entanto, é possível que a altitude da pista (2.369ft) e a temperatura elevada (31°C), associadas ao peso próximo ao máximo de decolagem, tenham degradado o desempenho da aeronave, o que explicaria a dificuldade, observada pelos controladores de voo e registrada pelas câmeras do aeroporto, para ganhar altura.

Assim, a ausência de um sistema de apoio, na forma de publicações que permitissem obter dados de desempenho do equipamento e efetuar um planejamento adequado, agregava risco às operações e pode ter levado a uma tentativa de decolagem sob condições inseguras.

Nesse contexto, a informalidade presente no âmbito da aviação experimental, associada à ausência de sistemas de apoio, pode ter provocado uma inadequação nos trabalhos de preparação para o voo, particularmente no que diz respeito à degradação do desempenho frente a condições adversas (peso, altitude e temperatura elevados), e comprometido a qualidade do planejamento executado, contribuindo dessa forma para que fosse realizada uma decolagem sob condições marginais.

Além disso, diante da ausência de manuais e gráficos de desempenho para balizar a operação, a atuação pautada apenas no conhecimento empírico acerca da aeronave pode ter levado a uma inadequada avaliação de determinados parâmetros relacionados à sua operação. Neste caso, o desempenho da aeronave em condições de peso, altitude e temperatura elevados pode ter propiciado a sua condução com margens reduzidas de segurança durante a decolagem que resultou no acidente em tela.

Neste cenário, é possível que a aeronave tenha apresentado um comportamento diferente daquele com o qual o piloto estaria habituado, com um desempenho aquém do esperado, uma vez que nenhuma das condições de voo foi comprovada por ensaios.

Dessa forma, levantou-se a hipótese de que a aeronave não tenha sido capaz de ganhar altura e superar os obstáculos existentes na reta de decolagem e que, sem um controle adequado do avião, o piloto não tenha sido capaz de evitar o acidente.

Durante o processo de montagem do PR-ZRA foram incorporadas alterações ao projeto original do *Kit* que afetavam diretamente o desempenho em decolagem do avião.

Parâmetros como valores de peso básico, carga útil, número de assentos e características da hélice foram modificados, o projeto foi submetido à autoridade aeronáutica e foi recebida a autorização de voo experimental.

Já que não havia documentação relacionada a ensaios em voo ou gráficos de desempenho para o projeto aceito pela ANAC, uma vez a sua apresentação não era requerida pela legislação aplicável, não foi possível aferir as implicações dessas mudanças sobre o desempenho do avião.

Nesse cenário, é possível que a natureza experimental do projeto tenha propiciado a operação da aeronave com base em parâmetros empíricos e inadequados às suas reais capacidades.

Sobre a operação da aeronave no Campo de Marte, embora a expressão “áreas densamente povoadas” não estivesse bem definida, a equipe de investigação entendeu que a região metropolitana da cidade de São Paulo era, inequivocamente, uma área densamente povoada.

Dessa forma, o pouso e a tentativa de decolagem do PR-ZRA em SBMT, sem autorização especial de autoridade competente, caracterizou a violação de requisitos estabelecidos no RBHA nº 91.

Com relação à operação conduzida no voo em que ocorreu o acidente em tela, o PR-ZRA, registrado como aeronave de construção amadora, estava sendo utilizado para transporte privado de passageiros, em desacordo com as provisões do RBAC nº 21, que previa a concessão de Certificados de Autorização de Voo Experimental para aeronaves construídas por pessoas, unicamente para sua própria educação ou recreação.

A análise da regulação aplicável à operação de aeronaves ultraleves, leves esportivas e de construção amadora permitiu constatar que esses equipamentos eram

operados mediante a emissão do mesmo Certificado de Autorização de Voo Experimental.

Sobre a operação de veículos ultraleves e aeronaves leves esportivas, os marcos regulatórios cuidaram de estabelecer limites em relação à sua utilização, número máximo de ocupantes, tipos de motores, peso máximo de decolagem e velocidade máxima em voo nivelado, dentre outros.

No entanto, a legislação que balizava a construção das aeronaves por amadores não contemplava quaisquer dessas limitações.

De acordo com a ANAC, o incentivo ao desenvolvimento da aviação experimental, feito por meio de um processo de autorização baseado na responsabilização do construtor amador e do engenheiro responsável pelo acompanhamento da construção, tinha como um de seus principais objetivos viabilizar a inovação tecnológica e trazer reconhecimento internacional à vocação aeronáutica do Brasil.

Entretanto, ao longo do tempo, o conceito original, onde uma pessoa construía recreativamente sua aeronave, foi sendo substituído por outro modelo, onde se comprava um *Kit* que era montado por terceiros (normalmente um profissional).

Muitos dos novos interessados não tinham como objetivo construir a própria aeronave. O que eles queriam era, apenas, operar esses aviões.

Com a evolução da tecnologia, as aeronaves construídas por amadores foram avançando em complexidade, capacidade e tamanho, sem que houvesse ajustes na regulamentação.

Dessa forma, uma grande gama de aviões, desde muito leves até os com mais de uma tonelada de PMD, recebia autorização de voo experimental com base nos mesmos regulamentos, como era o caso do modelo CA-9.

Com isso, o transporte privado de passageiros passou a ser realizado nessas aeronaves, cujos requisitos menos restritivos não garantiam os níveis de segurança adequados a esse tipo de operação.

Assim, essa vertente da utilização de uma aeronave experimental contrariava diretamente a filosofia apregoada pela ANAC nos trechos destacados da notícia publicada em seu sítio eletrônico em 2016.

Por outro lado, observou-se a fragilidade da legislação e dos mecanismos de controle oficiais, que possibilitavam a utilização dessas aeronaves para o transporte de várias pessoas, em operações conduzidas a partir de aeródromos localizados em grandes centros urbanos, embora elas não passassem por um processo de certificação adequado.

### **3. CONCLUSÕES.**

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

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE) válido;
- e) de acordo com os cálculos realizados pela comissão de investigação, com base na planilha mais recente encontrada, a aeronave estaria dentro dos limites de peso e balanceamento;

- f) a aeronave recebeu autorização de voo experimental para operar com um peso 408kg maior do que aquele informado pelo fabricante do *Kit*;
- g) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam desatualizadas;
- h) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- i) tratava-se de um voo de transporte de passageiros, no trecho SBMT/SBRJ;
- j) a aeronave voou sobre área densamente povoada e não possuía autorização para tal;
- k) de acordo com as informações colhidas, a aeronave alçou voo com dificuldade e não conseguiu ganhar altura suficiente para livrar os obstáculos existentes na trajetória de decolagem depois de sair do solo;
- l) os exames e testes realizados nas partes recuperadas do grupo motopropulsor levaram a comissão de investigação a concluir que o motor funcionava normalmente e produzia potência elevada no momento do impacto;
- m) o grau de destruição apresentado pela estrutura do avião impossibilitou a eliminação de uma falha nos comandos de voo e/ou superfícies de sustentação como fator contribuinte para a ocorrência;
- n) a aeronave desviou-se para a direita da trajetória de decolagem e colidiu contra uma edificação residencial, em área urbana, a 370 metros da cabeceira 12 do aeródromo;
- o) a aeronave ficou destruída; e
- p) os ocupantes sofreram lesões fatais.

### 3.2. Fatores contribuintes.

#### - Julgamento de pilotagem - indeterminado.

A ausência de manuais e gráficos de desempenho para balizar a operação e a atuação pautada apenas no conhecimento empírico acerca da aeronave podem ter levado a uma inadequada avaliação de determinados parâmetros relacionados à sua operação.

Neste caso, o desempenho da aeronave em condições de peso, altitude e temperatura elevados pode ter propiciado a sua condução com margens reduzidas de segurança durante a decolagem que resultou no acidente em tela.

#### - Planejamento de voo - indeterminado

A informalidade presente no âmbito da aviação experimental, associada à ausência de sistemas de apoio, pode ter resultado em uma inadequação nos trabalhos de preparação para o voo, particularmente no que diz respeito à degradação do desempenho frente a condições adversas (peso, altitude e temperatura elevados), comprometendo a qualidade do planejamento executado, contribuindo dessa forma para que fosse realizada uma decolagem sob condições marginais.

#### - Projeto - indeterminado.

Durante o processo de montagem do PR-ZRA foram incorporadas alterações ao projeto original do *Kit* que afetavam diretamente o desempenho em decolagem do avião.

Uma vez que a apresentação de documentação relacionada a ensaios em voo ou a gráficos de desempenho não era requerida pela legislação aplicável, é possível que a natureza experimental do projeto tenha propiciado a operação da aeronave com base em parâmetros empíricos e inadequados às suas reais capacidades.

#### - Sistemas de apoio - indeterminado

A ausência de um sistema de apoio, na forma de publicações que permitissem obter dados de desempenho do equipamento de modo a efetuar um planejamento adequado, agregava risco às operações e pode ter levado a uma tentativa de decolagem sob condições inseguras.

#### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

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

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

#### Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

##### Ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), recomenda-se:

###### A-049/CENIPA/2016 - 01

Emitida em: 08/04/2019

Aprimorar os mecanismos de fiscalização adotados por esse Departamento, a fim de evitar que aeronaves experimentais, sem autorização especial, operem sobre áreas densamente povoadas ou em aerovias movimentadas.

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

###### A-049/CENIPA/2016 - 02

Emitida em: 08/04/2019

Aprimorar os mecanismos de fiscalização adotados por essa Agência, a fim de evitar que aeronaves experimentais sem autorização especial operem sobre áreas densamente povoadas.

###### A-049/CENIPA/2016 - 03

Emitida em: 08/04/2019

Atualizar os regulamentos da aviação civil brasileira, sobretudo o RBAC 01 e o RBHA 91, a fim de aprimorar e clarificar a definição do termo “área densamente povoada”, com vistas a dirimir dúvidas que venham a se relacionar com o tema, elevando os níveis de segurança a terceiros.

###### A-049/CENIPA/2016 - 04

Emitida em: 08/04/2019

Atualizar os regulamentos da aviação civil brasileira, a fim de criar limitações para as aeronaves de construção amadora, a exemplo do que é feito com as aeronaves leves esportivas e com os ultraleves, no intuito de reduzir o número de terceiros expostos aos riscos do voo em aeronaves não certificadas pela autoridade da aviação civil brasileira.

###### A-049/CENIPA/2016 - 05

Emitida em: 08/04/2019

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar toda a sociedade brasileira sobre os riscos decorrentes do voo em aeronaves que não foram

submetidas aos processos de certificação aeronáutica aplicados por autoridade da aviação civil.

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

Não houve.

Em, 08 de abril de 2019.

