

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A-049/CENIPA/2022**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PP-LGD</b>
<b>MODELO:</b>	<b>EMB-505</b>
<b>DATA:</b>	<b>17abr2022</b>



## ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PP-LGD, modelo EMB-505, ocorrido em 17ABR2022, classificado como “[RE] Excursão de pista”.

Durante o pouso no Aeródromo de Barra Grande (SIRI), Marauá, BA, a aeronave percorreu toda a extensão da pista, vindo a ultrapassar os seus limites pela cabeceira oposta.

A aeronave teve danos substanciais.

Os ocupantes saíram ilesos.

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.....	9
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	9
1.5.2. Formação.....	9
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	9
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	9
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	11
1.8. Auxílios à navegação.....	12
1.9. Comunicações.....	12
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	12
1.11. Gravadores de voo.....	14
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	16
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	18
1.13.1. Aspectos médicos.....	18
1.13.2. Informações ergonômicas.....	18
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	18
1.14. Informações acerca de fogo.....	18
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	18
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	18
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	20
1.18. Informações operacionais.....	21
1.19. Informações adicionais.....	24
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	29
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>29</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>32</b>
3.1. Fatos.....	32
3.2. Fatores contribuintes.....	32
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>33</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>33</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AGL	<i>Above Ground Level</i> - acima do nível do solo
ALAR	<i>Approach and Landing Accident Reduction</i> - redução de acidentes em aproximação e pouso
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AVG	<i>Average</i> - média
BCU	<i>Brake Control Unit</i> - unidade controladora dos freios
CAS	<i>Crew Alerting System</i> - sistema de alerta da tripulação
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CTAC	Centros de Treinamento de Aviação Civil
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
CVDR	<i>Cockpit Voice and Data Recorder</i> - gravador de dados e voz da cabine
EPB	<i>Emergency Parking Brake</i> - freio de estacionamento de emergência
EPBV	<i>Emergency Parking Brake Valve</i> - válvula de freio de estacionamento de emergência
EPHN	Habilitação de Aeronave Modelo EMB-505
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - condições de voo por instrumentos
IS	Instrução Suplementar
IS-BAO	<i>International Standard for Business Aircraft Operations</i> .
IAS	<i>Knots-Indicated Air Speed</i> - velocidade indicada em nós
LDA	<i>Landing Distance Available</i> - distância utilizável para pouso
LH	<i>Left Hand</i> - lado esquerdo
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i> - reporte meteorológico de aeródromo
MGO	Manual Geral de Operações
MGSO	Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional
OM	Organização de Manutenção
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PF	<i>Pilot Flying</i> - piloto que opera
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PM	<i>Pilot Monitoring</i> - piloto que monitora

PN	<i>Part Number</i> - número de peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RH	<i>Right Hand</i> - lado direito
ROTAER	Manual Auxiliar de Rotas Aéreas
SBIL	Designativo de localidade - Aeródromo Jorge Amado, Ilhéus, BA
SBSP	Designativo de localidade - Aeródromo de Congonhas, São Paulo, SP
SBSV	Designativo de localidade - Aeródromo Deputado Luís Eduardo Magalhães, Salvador, BA
SERIPA II	Segundo Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIC	<i>Second in Command</i> - piloto segundo em comando
SIRI	Designativo de Localidade - Aeródromo Barra Grande, Maraú, BA
SN	<i>Serial Number</i> - número de série
SOP	<i>Standart Operational Procedures</i> - procedimentos operacionais padrão
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
V <sub>APP</sub>	<i>Minimum Landing Approach Climb Speed</i> – velocidade mínima de aproximação e subida
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - condições de voo visual
V <sub>REF</sub>	<i>Minimum Final Approach Speed</i> - velocidade de cruzamento da cabeceira



## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> EMB-505 <b>Matrícula:</b> PP-LGD <b>Fabricante:</b> EMBRAER	<b>Operador:</b> VOAR - Cooperativa de Usuários de Aeronaves em Regime de Propriedade Compartilhada
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 17ABR2022 - 11:55 (UTC) <b>Local:</b> Aeródromo de Barra Grande (SIRI) <b>Lat.</b> 13°54'22"S <b>Long.</b> 038°57'22"W <b>Município - UF:</b> Marau - BA	<b>Tipo(s):</b> [RE] Excursão de pista

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Deputado Luís Eduardo Magalhães (SBSV), Salvador, BA, às 11h30min (UTC), com destino ao Aeródromo Barra Grande (SIRI), Marau, BA, para um voo privado, com dois pilotos a bordo.

Depois da aterrissagem na cabeceira 11 de SIRI, no final da corrida de pouso, a aeronave realizou um giro de 180°, parando cerca de 4 m após o limite longitudinal da pista.

A aeronave teve danos substanciais.

Os dois tripulantes saíram ilesos.



Figura 1 - Vista da aeronave no local de parada final, após o acidente.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	2	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos leves na asa direita e substanciais no cone de cauda e nos mecanismos de controle do leme e do profundor.



Figura 2 - Danos na ponta da asa direita.



Figura 3 - Danos no cone de cauda.

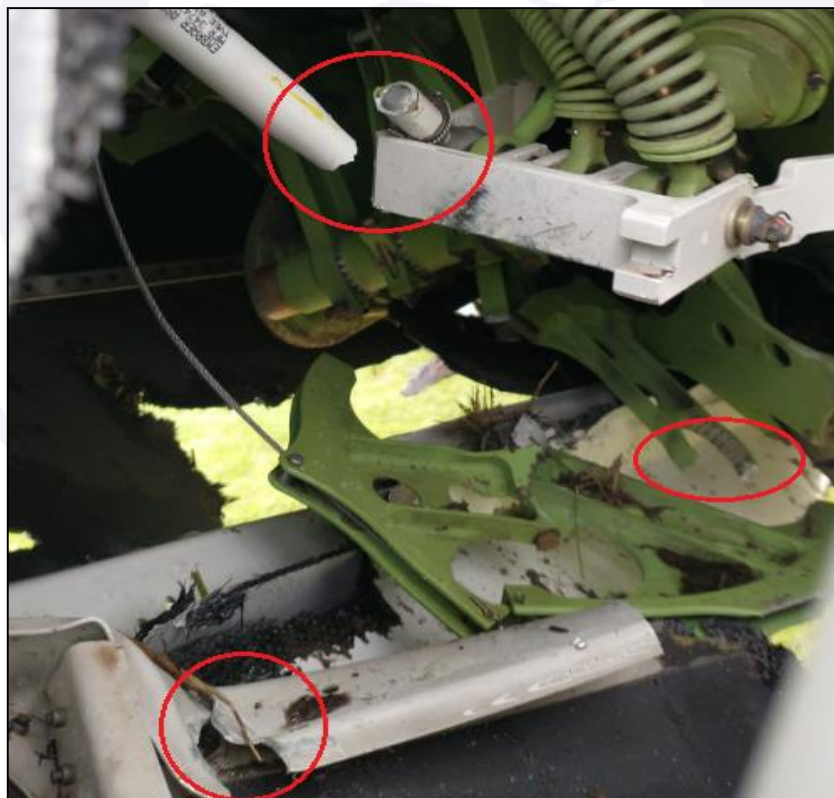


Figura 4 - Danos nos mecanismos de comando do leme e do profundor.

#### 1.4. Outros danos.

No momento do acidente, a aeronave quebrou uma luz do sistema de balizamento que identificava o limite de pista (Figura 5).





Figura 5 - Luz de limite de pista quebrada.

## 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	4.423:00	1.900:00
Totais, nos últimos 30 dias	60:30	45:00
Totais, nas últimas 24 horas	02:30	02:30
Neste tipo de aeronave	2.719:20	1.382:20
Neste tipo, nos últimos 30 dias	60:30	45:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	02:30	02:30

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio de informações prestadas pelos pilotos.

### 1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclub de São Paulo, SP, em 2006.

O piloto Segundo em Comando (SIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclub de São Paulo, SP, em 2011.

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

O PIC possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e estava com as habilitações de aeronave tipo EPHN (que incluía o modelo EMB-505) e de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de aeronave tipo EPHN (que incluía o modelo EMB-505) e de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

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

Os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

### 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 *Phenom 300*, de número de série 50500052, foi fabricada pela EMBRAER, em 2011, estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP), pertencia à PP-LGD Administração de Bem Próprio S.A. e era operada pela VOAR - Cooperativa de Usuários de Aeronaves em Regime de Propriedade Compartilhada.

Era operada conforme os requisitos estabelecidos na Subparte K do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 91 - "Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis".

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

As cadernetas de célula e motores estavam com as escriturações atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo "2.400 horas", foi realizada pela Organização de Manutenção (OM) EMBRAER, em Sorocaba, SP, sendo iniciada em 26FEV2022 e finalizada em 17MAR2022, estando a aeronave com 64 horas e 30 minutos voados após a inspeção.

O sistema de freios da aeronave era equipado com uma *Brake Control Unit* (BCU - unidade controladora dos freios), *Part Number* (PN) 90005034-10, e contava com uma proteção antiderrapante (*antiskid*) que evitava a derrapagem das rodas do trem de pouso principal durante a frenagem.

Segundo o *Phenom 300 Pilot's Operating Handbook*, Capítulo 6-12-20, página 3, revisão 15, o sistema *antiskid* controlava a quantidade de pressão hidráulica aplicada aos freios e, se necessário, reduzia a pressão do freio para recuperar a velocidade da roda e evitar a derrapagem dos pneus.

Esse sistema era ativado quando ambas as velocidades das rodas (*Wheel Speed*) ultrapassavam 30 kt.

Para velocidades de roda abaixo de 10 kt, a proteção antiderrapante era desativada, permitindo que o piloto realizasse manobras, nas quais fosse necessário travar uma roda e girar a aeronave com a outra.

A proteção antiderrapante não era disponibilizada durante o acionamento do *Emergency Parking Brake* (EPB - freio de estacionamento de emergência).

A aeronave também era equipada com um subsistema de freio de emergência acionado por meio da alavanca do EPB, instalada no console central (*Pedestal Panels*), conforme mostra a Figura 6, que comandava a *Emergency Parking Brake Valve* (EPBV - válvula de freio de estacionamento de emergência).



Figura 6 - Alavanca do EPB - Main/Glareshield/Control Pedestal Panels.  
Fonte: *Phenom 300 Pilot's Operating Handbook*.

O acionamento do EPB liberava pressão hidráulica de um acumulador para o conjunto de freios.

Nos registros do *Crew Alerting System* (CAS - sistema de alerta da tripulação), não houve indicação de falha relacionada ao sistema de freios.

Os pneus dos trens de pouso principais se encontravam em bom estado, sem deformações.



Figura 7 - Estado geral do pneu do trem de pouso principal esquerdo (vistas dianteira e traseira).



Figura 8 - Estado geral do pneu do trem de pouso principal direito (vistas dianteira e traseira).

### 1.7. Informações meteorológicas.

Não havia *Meteorological Aerodrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) disponível em SIRI.

Antes da decolagem de SBSV, os pilotos receberam as seguintes informações da administração de SIRI: não havia chuva presente; pista molhada; teto estimado de 1.000 ft *Above Ground Level* (AGL), vento de 7 kt (sem direção informada), temperatura 26° C; e ajuste de altímetro 1.010,9 hPa.

A tripulação também monitorou as condições meteorológicas por meio do aplicativo *Windy*.

Na data da ocorrência, utilizando-se o referido aplicativo, foi possível extrair que o vento estava com direção Norte (geográfico) e com intensidade de 15 kt (Figura 9).



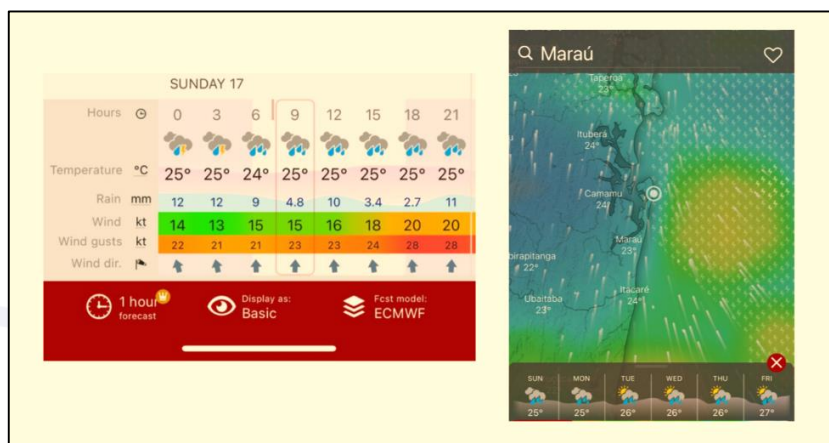


Figura 9 - Informações meteorológicas obtidas por meio do aplicativo *Windy*.

Os METAR de SBSV e do Aeródromo Jorge Amado (SBIL), Ilhéus, BA, distantes, respectivamente, 70 NM e 54 NM do local do acidente, traziam as seguintes informações:

SBSV 171100 00000 9000 SCT016 BKN018 FEW023TCU 24/23 1013 RERA

SBIL 171100 20006 3000 - RA SCT008 BKN020 OVC080 23 1015.

SBSV 171200Z 18004KT 9999 SCT025 BKN050 25/24 Q1013=

SBIL 171200Z 23013KT 1000 RA SCT008 BKN015 OVC080 23/23 Q1015=

De acordo com a declaração do PIC, o teto em SIRI era de 1.500 ft.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Segundo as transcrições das gravações, verificou-se que os pilotos mantiveram contato rádio com os órgãos de controle de tráfego aéreo e que não houve qualquer anormalidade técnica dos equipamentos de comunicação durante o voo.

As comunicações entre o PP-LGD e os órgãos de controle de tráfego aéreo foram realizadas de maneira coordenada e clara, sem que houvesse nada significativo a ser relatado.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

Segundo as informações constantes do Manual Auxiliar de Rotas Aéreas (ROTAER), o Aeródromo de Barra Grande (SIRI) era privado e operava sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual), sua pista era de concreto, com cabeceiras 11/29, dimensões de 1.400 x 30 m, com elevação de 33 ft.

A cabeceira 11 era normalmente a mais utilizada para pousos. O indicador de direção do vento encontrava-se em local visível, próximo à referida cabeceira. O aeródromo não era equipado com sistema visual indicador de rampa de aproximação.

No momento do acidente, o aeródromo se encontrava aberto para a circulação aérea e a pista estava desobstruída e molhada (Figuras 10 e 11).



Figura 10 - Pista molhada.



Figura 11 - Aspecto da pista logo após o acidente.

O pavimento da pista de pouso e decolagem de SIRI apresentava desnivelamento de placas e indícios de acúmulo de detritos (similar a lodo), evidenciando aspecto escorregadio (Figuras 12 e 13).



Figura 12 - Pavimento com desnivelamento de placas.





Figura 13 - Pavimento com indícios de acúmulo de detritos (aspecto de lodo).

### 1.11. Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um *Cockpit Voice and Data Recorder* (CVDR - gravador de dados e voz da cabine), modelo FA2100, PN 2100-308-50 e Número de Série (SN) 000689689.

Com base nas informações extraídas do CVDR, verificou-se que a aeronave ingressou no circuito de tráfego, mantendo 1.000 ft AGL na perna do vento.

Na reta final, a 720 m da cabeceira 11, a aeronave se encontrava a 184 ft AGL, com 135 KIAS.

Ao cruzar 50 ft AGL, a aeronave estava a 175 m antes da cabeceira 11, com 127 KIAS de velocidade. O vento era de 220°/14 kt, correspondendo a uma componente de cauda de 4,8 kt e de 13,2 kt de través direito.

Os dados extraídos do CVDR apresentaram várias informações relativas à desaceleração da aeronave no solo, conforme a Figura 14.

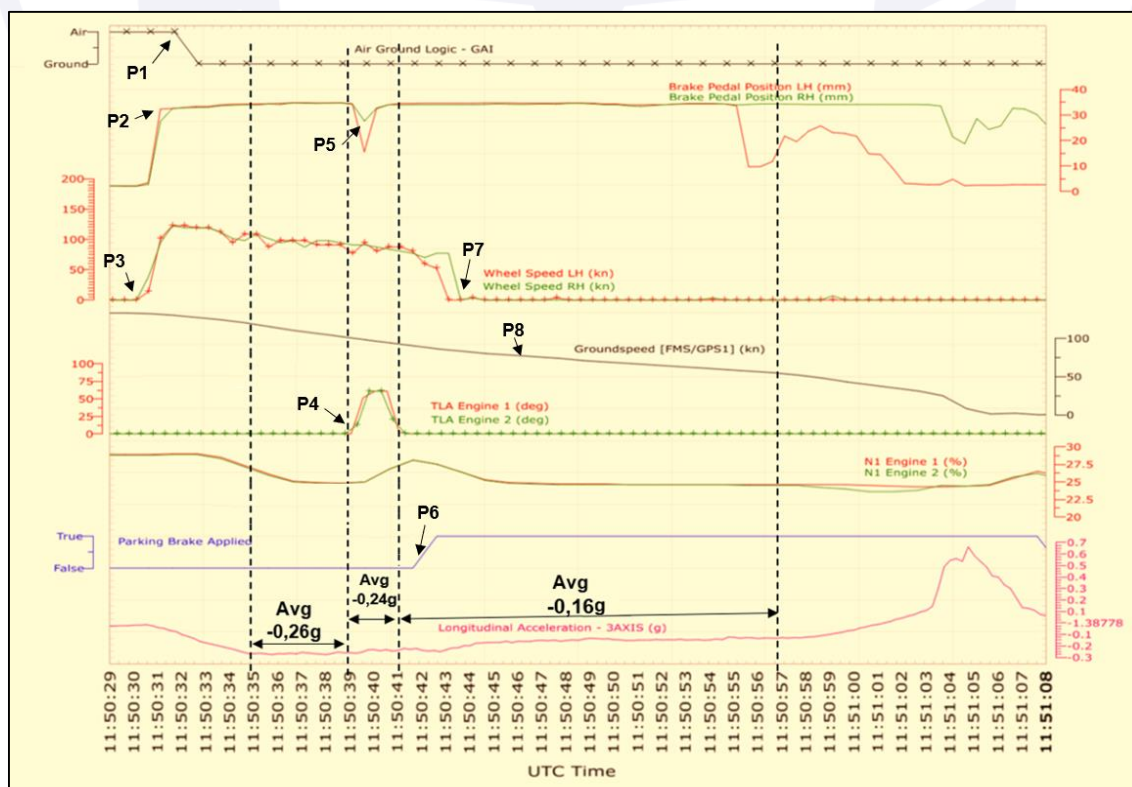


Figura 14 - Gráfico de desaceleração da aeronave no solo.

Na Figura 14, foram destacados os pontos (P), nos quais se pôde realizar as seguintes leituras:

- P1: a lógica do sistema de freios da aeronave reconheceu que a mesma estava em solo;
- P2: momento em que os freios foram acionados;
- P3: início do sinal de velocidade de giro das rodas (*Wheel Speed*);
- P4: indicativo de que os manetes foram avançados;
- P5: os pedais dos freios (RH e LH) foram momentaneamente liberados;
- P6: o EPB foi acionado;
- P7: o sinal de *Wheel Speed* tendeu para zero; e
- P8: redução da velocidade no decorrer da corrida de pouso.

Observou-se, também, que na corrida do pouso a Média de Desaceleração Longitudinal da Aeronave (AVG) inicialmente era de -0,26 g. No momento em que os manetes foram avançados para a posição *Take off/Go Around (TO/GA)*, o valor foi para -0,24 g e, a partir da atuação do EPB, a desaceleração média do avião passou a ser de -0,16 g.

Os dados do CVDR mostraram várias informações relativas ao sistema de freios da aeronave, conforme a Figura 15.

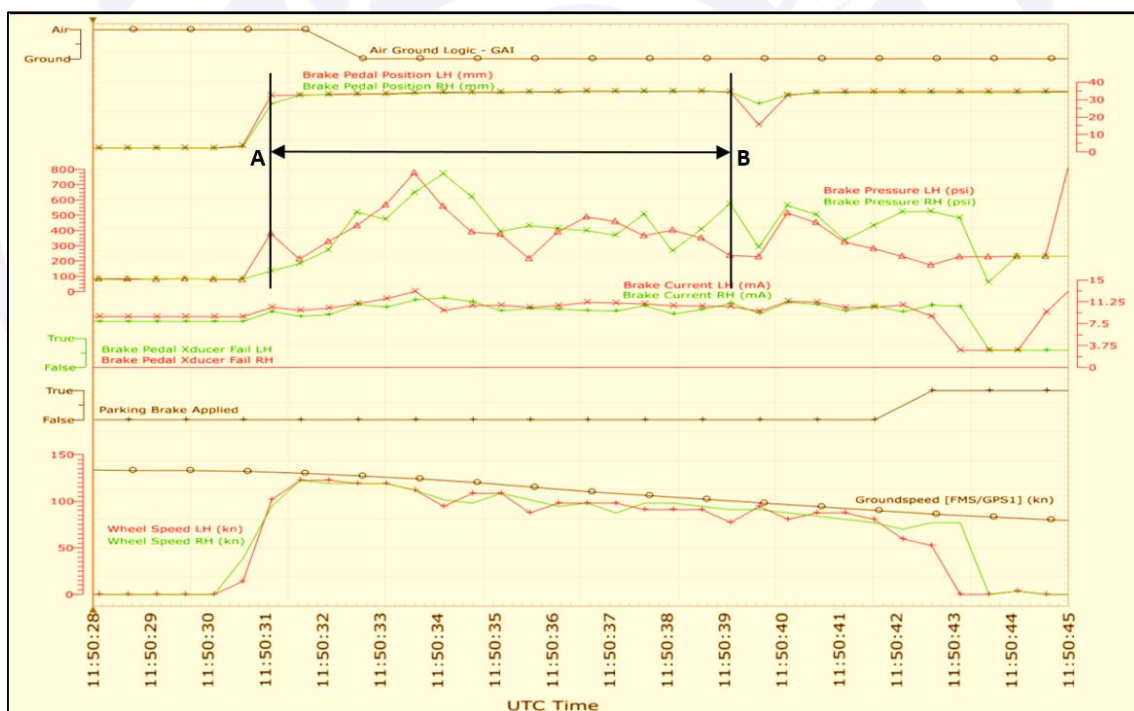


Figura 15 - Análise do sistema de freio.

As leituras permitiram observar que os pedais dos freios esquerdo (LH) e direito (RH) foram mantidos acionados, em posição máxima, do ponto A até o ponto B.

No intervalo entre o ponto A e B, houve significativa variação de pressão dos freios (*brake pressure*) LH e RH.

A extração dos dados também permitiu determinar a sequência dos eventos e suas respectivas distâncias em relação à cabeceira 11 de SIRI, conforme a Figura 16.

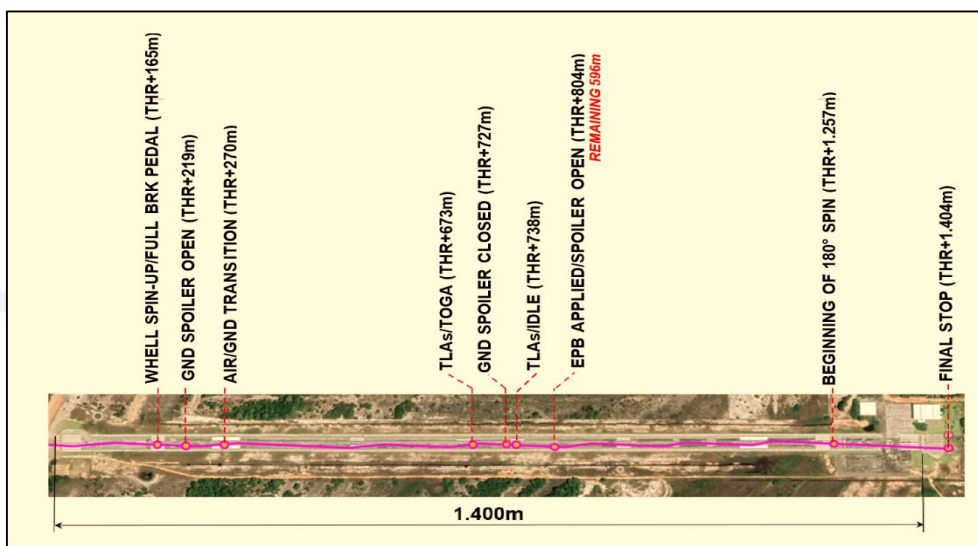


Figura 16 - Sequência de eventos.

- início do giro das rodas do trem do pouso (*spin up*) e aplicação de freio ao máximo (*full brake*) a 165 m da cabeceira 11;
- *ground spoilers* estendidos a 219 m;
- *air/ground transition* a 270 m;
- manetes de potência na posição TO/GA a 673 m;
- *ground spoilers* recolhidos a 727 m;
- manetes de potência recuados para marcha lenta a 738 m;
- EPB acionado e *ground spoilers* estendidos a 804 m;
- início do giro de 180° da aeronave na pista a 1.257 m; e
- parada final a 1.404 m.

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

Na trajetória da corrida do pouso, a 804 m da cabeceira 11 de SIRI, havia marcas de deslizamento das rodas do trem de pouso principal da aeronave.



Figura 17 - Marcas brancas dos pneus da aeronave na pista.

As marcas brancas deixadas pelos pneus estenderam-se por, aproximadamente, 604 m e indicaram que, antes de cruzar as linhas de delimitação da pista, a aeronave iniciou um giro de 180 graus pela direita, passando a deslocar-se por cerca de 55 m até a parada total (Figura 18).





Figura 18 - Marcas dos pneus indicando o giro de 180° da aeronave.

Durante o giro de 180°, a aeronave atravessou a linha de luzes que delimitavam longitudinalmente a pista (*stopway*), danificando uma delas.



Figura 19 - Iluminação da pista quebrada.

Em seguida, a aeronave ultrapassou a parte pavimentada, incluindo a área de escape (Figura 20).

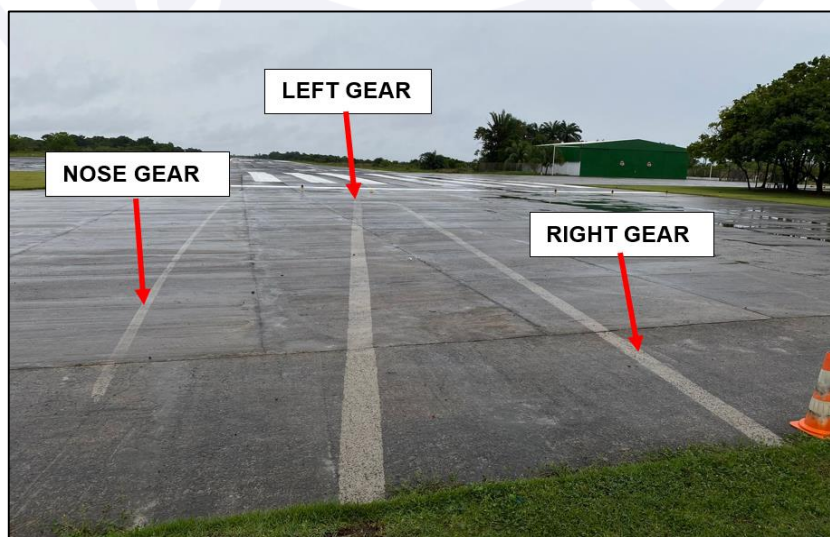


Figura 20 - Marcas dos pneus da aeronave deixadas na área de escape.

A aeronave parou a cerca de 4 m além da área pavimentada, colidindo com a asa direita e o cone de cauda contra o solo e parando a 12 m de uma cerca de proteção (Figura 21).



Figura 21 - Croqui do acidente.

### 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.

Os pilotos desembarcaram em segurança pela porta principal da aeronave.

### 1.16. Exames, testes e pesquisas.

Os dados extraídos do gráfico abaixo ilustraram a dinâmica do acionamento dos pedais de freio (*Break Pedal Position*) e a desaceleração das rodas (*Wheel Speed*).

Pôde-se observar que, a 804 m da cabeceira 11, houve o travamento das rodas do trem de pouso principal (*Wheel Speed*), durante o deslocamento da aeronave.



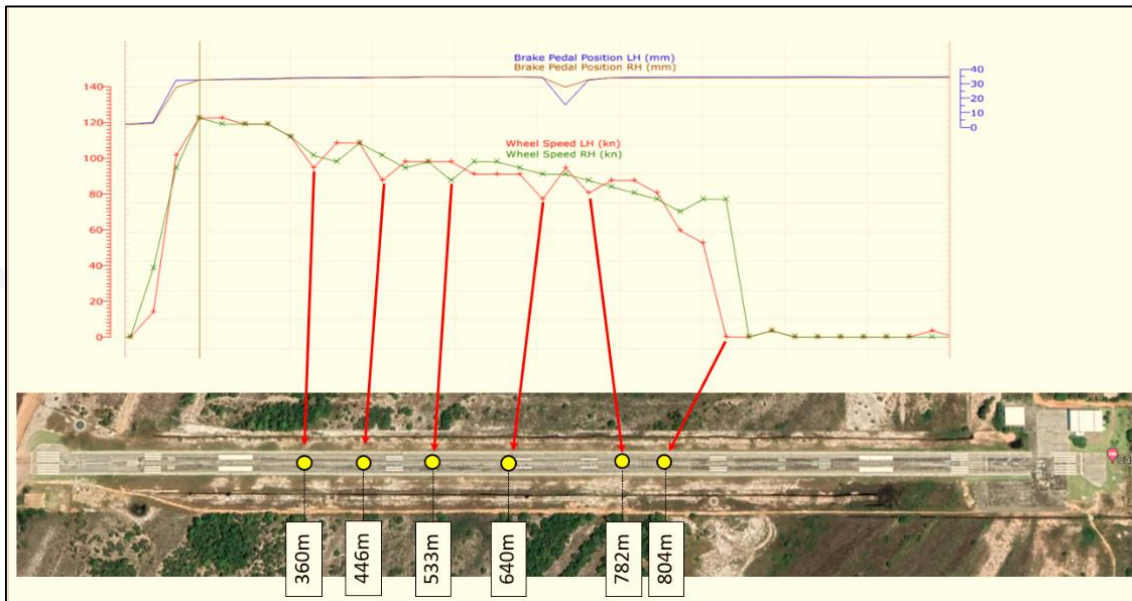


Figura 22 - Dinâmica do acionamento dos pedais de freio e desaceleração das rodas.

Com os dados de posição, velocidade e desaceleração longitudinal instantâneos ao longo da corrida de pouso, obtidos através dos dados gravados no CVDR, estimou-se, por meio de um *software* específico, a projeção de parada total da aeronave, conforme a Figura 23.

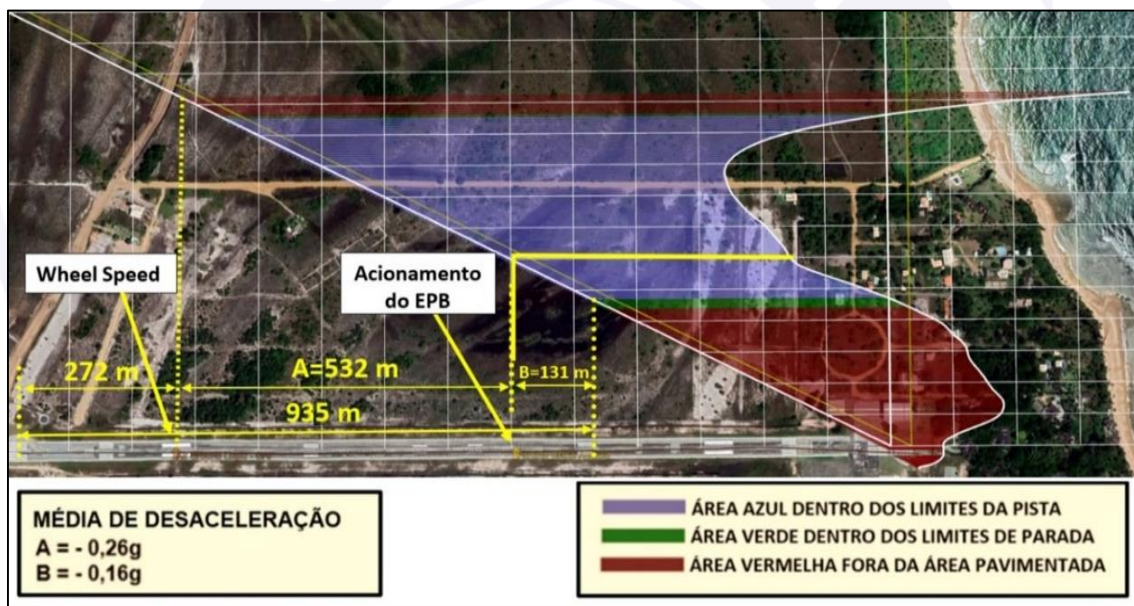


Figura 23 - Gráfico de projeção estimada de parada da aeronave.

Para realizar a leitura do gráfico (Figura 23), deve-se projetar verticalmente (para cima) a posição da aeronave em um determinado ponto, a partir da pista, até a linha oblíqua. Em seguida, deve-se estender a projeção horizontalmente até que seja alcançado o contorno da figura (linha branca).

A projeção vertical (para baixo) desse último ponto, a partir da linha branca (contorno da figura) revela, em tese, o local de parada da aeronave, na pista ou fora dela.

Dessa forma, pode-se considerar que, para o caso em questão, com a média de desaceleração dos trechos A e B, o avião poderia parar dentro dos limites da pista, caso mantivesse aquelas médias de frenagem até 935 m da cabeceira 11, uma vez que a

projeção vertical daquele ponto na pista, na linha oblíqua, alcançaria a região verde (dentro dos limites de parada).

Vale ressaltar que:

- o gráfico foi elaborado especificamente com base nos dados de posição, velocidade e desaceleração longitudinal instantâneos ao longo da corrida de pouso, obtidos por meio dos dados gravados no CVDR;
- as regiões AZUL, VERDE e VERMELHA projetam a estimada de parada da aeronave considerando as variáveis presentes naquele voo, como por exemplo, as médias de desaceleração; e
- as médias de desaceleração da aeronave nos trechos A e B, estão relacionadas à atuação dos freios, respectivamente, pelo sistema normal (trecho A) e pelo EPB (trecho B).

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

A AVANTTO atuava sob o regime de Propriedade Compartilhada e Gestão de Aeronaves, em consonância com os requisitos estabelecidos pela Subparte K do RBAC 91 e pela *International Standard for Business Aircraft Operations* (IS-BAO).

A empresa era composta por cotistas em regime de propriedade compartilhada e proprietários de aeronaves executivas em regime de gestão e transporte aéreo privado.

A AVANTTO era formada pela seguinte combinação operacional:

- *Aviation Management Services* - Serviços Aeronáuticos Ltda.; e
- VOAR Cooperativa de Usuários de Aeronaves em Regime de Propriedade Compartilhada.

A *Aviation Management Services* prestava serviços de: administração de aeronaves; facilitação na contratação de táxi-aéreo e ambulância aérea; assessoria na compra e venda de aeronaves; serviços de administração de programas de treinamentos de pilotos; administração de programas de manutenção de aeronaves; seguros; manutenção e treinamento; reconstrução; manutenção de aeronaves próprias ou de terceiros para pequenos e grandes reparos; execução de inspeções e montagens; hangaragem de aeronaves; e administração e gerenciamento de aeronaves de terceiros.

A VOAR Cooperativa de Usuários de Aeronaves em Regime de Propriedade Compartilhada tinha como objetivo a aquisição; arrendamento ou uso de aeronaves próprias ou de terceiros; e a prestação de serviços a seus associados, a fim de que pudessem executar o programa de atividades relacionadas com propriedade compartilhada e gestão de aeronaves.

A AVANTTO possuía bases de operação nas cidades de São Paulo, SP, e Rio de Janeiro, RJ, e apresentou os seguintes documentos:

- Manual Geral de Operação (MGO), revisão 09, com data de aprovação de 24MAR2021; e
- Manual Geral da Segurança Operacional (MGSO), revisão 13, com data de aprovação de 18OUT2021.

Os pilotos prestavam serviço em regime de cooperativa a serviço da VOAR e sob gerenciamento da *Aviation Management Services*.

O MGO servia como guia para todos os tripulantes de voo, funcionários de solo e de manutenção na condução das operações de voo da AVANTTO, difundindo as diretrizes, procedimentos, normas e regulamentos aplicáveis às operações das suas aeronaves.

Com relação às informações e previsões meteorológicas, o referido MGO estabelecia que, para as operações VFR, o Piloto em Comando da aeronave podia usar informações baseadas em suas próprias observações ou de outros pilotos, bem como de meios não oficiais.

No que concerne ao Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) implementado na empresa, sendo suportado pelo MGSO, foi desenvolvido para atender aos requisitos estabelecidos no RBAC 91 AMD 01, passando a se configurar como o Nível Aceitável de Desempenho de Segurança Operacional (NADSO).

O MGSO, nas páginas 09 e 10, registrava o ambiente operacional do operador da seguinte forma:

[...]

## 2.DESCRICÃO DO AMBIENTE OPERACIONAL

A AVANTTO Administração de Aeronaves é uma organização que trabalha sob o regime de Propriedade Compartilhada e Gestão de Aeronaves, operando conforme os requisitos do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil RBAC 91.

O objetivo operacional da AVANTTO é o transporte aéreo não regular dos proprietários/cotistas e pessoas autorizadas pelos mesmos nas aeronaves vinculadas à frota.

[...]

### 2.1.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Gerenciamento das operações aéreas executivas para o transporte em helicópteros e aviões de proprietários no regime de propriedade compartilhada e gerenciamento de aeronaves de terceiros, atendendo às normas do CBAer, RBAC 91 e requisitos do programa IS-BAO

### 2.1.3 INTERAÇÕES DO SGSO COM OUTROS SISTEMAS DA AVIAÇÃO CIVIL

O modelo do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional adotado na Avantto está baseado no âmbito interno, na integração entre as áreas meio e fim, e, no âmbito externo, através da interação com os provedores externos de serviços, órgãos reguladores, fabricantes, oficinas de manutenção, hangares e aeródromos.

Quanto ao gerenciamento dos riscos à segurança operacional, o MGSO estabelecia:

### 8.1INTRODUÇÃO

Este componente estabelece a metodologia para que seja possível mapear as ameaças e vulnerabilidades operacionais através da identificação de riscos potenciais, análise e identificação da necessidade de mitigação do risco

[...]

### 8.4 PROCESSOS DE AVALIAÇÃO E MITIGAÇÃO DOS RISCOS

A AVANTTO adota a metodologia sugerida pela ICAO para a identificação, a análise e a mitigação de riscos nas suas operações. O processo está dividido em três fases: a identificação de perigos, a análise dos riscos e o controle dos riscos.

## 1.18. Informações operacionais.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

No voo em questão, o PIC da aeronave exercia a função de *Pilot Flying* (PF - piloto que opera) e o SIC a de *Pilot Monitoring* (PM - piloto que monitora).

Os pilotos já haviam operado em SIRI.

No plano de voo, constava o FL160 como final, contudo os pilotos optaram por manter o FL140 devido às condições meteorológicas.



Na decida, a 7 NM de SIRI, a aeronave atingiu 1.000 ft sobre o mar. A visibilidade ainda se encontrava restrita.

Os pilotos permaneceram em uma aproximação sobre a costa marítima até encontrarem condições de voo visuais.

Ao se aproximarem do continente, a visibilidade ficou irrestrita, com algumas poucas camadas de nuvem entre a perna do vento e a pista.

Ao ingressar no circuito de tráfego, na perna do vento, os pilotos observaram que a pista se encontrava molhada em virtude de chuva recente, sem identificarem sinais de “espelhamento”. Configuraram a aeronave para pouso com *gear down* e flape na posição 3.

A aeronave possuía limitação das posições de flape, sendo a posição 3 a posição final certificada para esta aeronave.

Os pilotos condicionaram o pouso à não existência de lâminas d’água visíveis na pista, o que caracterizaria pista contaminada.

Durante a aproximação, ao confirmarem visualmente que não havia lâminas d’água na pista, os pilotos prosseguiram para o pouso.

Por meio da biruta, os pilotos avaliaram que o vento era de 15 kt, vindo da direita.

A *Landing Distance Available* (LDA - distância utilizável para pouso) de SIRI era de 1.400 m.

O peso estimado da aeronave para o pouso era de 7.301 kg, porém os pilotos utilizaram uma performance mais conservativa, considerando o peso de 7.400 kg.

Com base na tabela de distância para pouso (Figura 24) e considerando que a pista se encontrava molhada (*wet*), os pilotos identificaram que a Velocidade de Referência ( $V_{REF}$ ) era de 115 kt e a distância de pouso de 1.005 m.

LANDING DISTANCE (m) – ISA											
ENGINE ICE PROTECTION OFF/ON – WINGSTAB OFF – ZERO SLOPE											
NO WIND – FLAP 3											
ALT (ft)	WEIGHT (kg)	SPEEDS			FACTORED		UNFACTORED		CONTAMINATED		
		$V_{REF}$ (KIAS)	$V_{AC}$ (KIAS)	$V_{FS}$ (KIAS)	DRY (m)	WET (m)	DRY (m)	WET (m)	STD. WATER (m)	SLUSH (m)	WET SNOW (m)
Sea Level	5600	100	104	113	1108	1274	665	831	1274	1274	1275
	5800	102	105	115	1134	1304	680	850	1304	1304	1306
	6000	104	107	117	1160	1334	696	870	1334	1334	1339
	6200	105	109	119	1186	1364	712	890	1364	1364	1371
	6400	107	110	121	1213	1394	728	910	1394	1394	1405
	6600	109	112	123	1238	1423	743	928	1423	1423	1436
	6800	110	114	125	1263	1453	758	947	1453	1453	1469
	7000	112	115	126	1289	1482	773	967	1482	1482	1500
	7200	114	117	128	1315	1512	789	986	1512	1512	1531
	7400	115	118	130	1339	1540	804	1005	1540	1540	1560

Figura 24 - Tabela de distância para pouso. Fonte: *Aircraft Flight Manual - Phenom 300*.

A aeronave ingressou no circuito de tráfego mantendo 1.000 ft AGL na perna do vento, para pouso na cabeceira 11.

Na reta final, a 720 m da cabeceira 11, ao ser informado pelo PM que a aeronave se encontrava com  $V_{REF} + 20$ , o PF reduziu os manetes de potência dos motores para *idle* (potência mínima), mantendo essa condição até o toque na pista.

Ao cruzar 50 ft AGL, a aeronave se encontrava a 175 m antes da cabeceira 11, com 127 kt ( $V_{REF} + 12$ ) de velocidade.

O toque da aeronave na pista ocorreu antes da marca de 1.000 ft, tendo o piloto aplicado freio máximo imediatamente.

Os pilotos relataram que tiveram a sensação de que a aeronave não desacelerava conforme eles estavam acostumados em outras operações com pista molhada e que a frenagem não era compatível com a atuação sobre os pedais dos freios.

Próximos da velocidade de 100 kt, tendo percorrido, aproximadamente, metade da pista, o PF iniciou o procedimento de arremetida no solo, avançando os manetes de potência para a posição TO/GA.

Por julgar que a aeronave não teria condições de superar os obstáculos na cabeceira oposta, o PF retornou os manetes de potência para a posição *idle*.

O PF seguiu aplicando freio máximo e, no último terço de pista, ainda com velocidade elevada e na perspectiva de não parar dentro dos limites da pista, aplicou o freio de emergência.

A *Flight Operations Letter* (FOL) PHE505-018/14 - *Landing Procedure Best Practices and Recommendations, Revision 5*, de julho de 2020, emitida pela EMBRAER, que descrevia boas práticas nos procedimentos de pouso relacionadas ao Phenom, trazia o seguinte alerta:

*CAUTION: The emergency parking brake will always deliver worse performance when compared to the normal brakes with anti-skid protection. Its use is only recommended on abnormal conditions, when the BRK FAIL CAS message is annunciated. In these conditions, applying the landing correction factors, determinate by the QRH [Quick Reference Handbook], are mandatory.*

Em março de 2022, a FOL foi cancelada e no seu lugar foi publicada, pela EMBRAER, a GP-8143 - *Landing Procedure Best Practices and Recommendations*, que manteve o mesmo alerta publicado na FOL.

Próximo à cabeceira 29, o PF comandou um “cavalo de pau” pela direita.

A aeronave iniciou um giro de 180° e percorreu, aproximadamente, 55 m até ocorrer a parada total na grama.

Ao ingressar na grama, os trens de pouso principais afundaram, momento em que houve a desaceleração brusca da aeronave, levando à colisão da cauda contra o solo.

Enquanto o PIC realizava o corte dos motores e concluía o cumprimento do *checklist*, o SIC foi orientado no sentido de desembarcar da aeronave.

Os pilotos reportaram que não houve indicação de falha relacionada ao sistema de freios no CAS.

O *Standart Operational Procedures* (SOP - procedimentos operacionais padrão), revisão 8, no Capítulo 4 - *Procedures and Techniques*, página 41, definia os seguintes critérios para aproximação estabilizada:

#### STABILIZED APPROACH CRITERIA

*The airplane should be stabilized by 1000 ft AGL if in Instrument meteorological Conditions (IMC) and no lower than 500 ft AGL if in Visual Meteorological Conditions (VMC). An approach is considered stabilized when all of the following criteria are met:*

- The airplane is on the correct flight path;*
- Only small changes in heading and pitch are required to maintain the correct flight path;*
- The airplane speed is not more than  $V_{REF} + 20$  KIAS indicated airspeed and not less than  $V_{REF}$ ;*



- The airplane is in the correct landing configuration;
- Sink rate is no greater than 1000 ft/min; if an approach requires a sink rate greater than 1000 ft/min, conduct a special briefing;
- Power setting is appropriated for the airplane configuration;
- All briefings and checklists have been conducted;
- ILS approaches should be flown within one dot of the glideslope and localizer.

**CAUTION: IF THE AIRPLANE CANNOT MEET THE STABILIZED APPROACH CRITERIA AND THE APPROACH BECOMES UNSTABILIZED, EXECUTE A GO-AROUND PROCEDURE.**

## 1.19. Informações adicionais.

### Circuito de tráfego padrão

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-37, que dispunha sobre Serviços de Tráfego Aéreo, estabelecia:

#### 6.24 CIRCUITO DE TRÁFEGO PADRÃO

6.24.1 Os elementos básicos do circuito de tráfego são:

- a) perna contra o vento – trajetória de voo paralela à pista em uso, no sentido do pouso;
- b) perna de través – trajetória de voo perpendicular à pista em uso, compreendida entre a perna contra o vento e perna do vento;
- c) perna do vento – trajetória de voo paralela à pista em uso, no sentido contrário ao do pouso;
- d) perna base – trajetória de voo perpendicular à pista em uso, compreendida entre a perna do vento e a reta final;
- e) reta final – trajetória de voo no sentido do pouso e no prolongamento do eixo da pista compreendida entre a perna base e a cabeceira da pista em uso.



Circuito de tráfego padrão.

6.24.3 O circuito de tráfego padrão será efetuado a uma altura de 1.000 ft para aeronaves à hélice e a uma altura de 1.500 ft para todas as aeronaves a jato e as turbohélices com categoria 170/275 ICA 100-37/2018 de esteira de turbulência Média ou Pesada, sobre a elevação do aeródromo, sendo todas as curvas realizadas pela esquerda.

### Aproximação estabilizada

Ao ser comentada a expressão aproximação estabilizada, levou-se em consideração as definições da ANAC, em seu sítio eletrônico, que trazia o seguinte:

#### Definição

Procedimento e técnica de voo que visam assegurar que a aproximação e a descida final para pouso sejam efetuadas em conformidade com a trajetória de voo pretendida e sem a necessidade de manobras excessivas, tais como curvas bruscas

ou mudanças repentinas na razão de descida já nas proximidades da pista de pouso. Nestes casos, ocorrendo a "desestabilização", uma arremetida deverá ser executada. (Fonte: BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. CNS/ATM).

Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2014/IS91-003A.pdf>. (Acesso em: 05JUL2022).

Ainda com relação à aproximação estabilizada, a publicação elaborada pela Força Tarefa para *Approach and Landing Accident Reduction* (ALAR - redução de acidentes em aproximação e pouso) da *Flight Safety Foundation*, traduzida pela ANAC, apontava os seguintes elementos recomendados:

Todos os voos devem estar estabilizados por volta de 1.000 ft acima da elevação do aeroporto em condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC) e 500 ft acima da elevação do aeroporto em condições meteorológicas de voo visual (VMC). Uma aproximação está estabilizada quando todos os seguintes parâmetros forem atendidos:

1. A aeronave está na trajetória de voo correta;
2. Apenas pequenas alterações na proa/arfagem são requeridas para manter a trajetória de voo correta;
3. A velocidade da aeronave não é maior do que a  $V_{REF}$  (velocidade de referência para pouso) +20 nós de velocidade indicada e não inferior a  $V_{REF}$ ;
4. A aeronave está na configuração de pouso correta;
5. A razão de descida não é maior do que 1.000 ft por minuto; se a aproximação exigir uma taxa de descida superior a 1.000 ft por minuto, um briefing específico deverá ser realizado;
6. A potência está adequadamente ajustada para a configuração da aeronave e não é inferior à potência mínima para aproximação conforme definido pelo manual de operação da aeronave;
7. Todos os *briefings* e *checklist* foram concluídos;
8. Pouso por instrumentos (ILS) deverão ser conduzidas dentro de um DOT da rampa de planeio-localizador; uma aproximação ILS Categoria II ou III deverá ser realizada dentro da banda expandida do localizador...; e
9. Procedimentos de aproximação diferenciada ou em condições anormais, que exigirem um desvio dos elementos de uma aproximação que se torna instável abaixo de 1.000 ft acima da elevação do aeroporto em IMC, ou abaixo de 500 ft acima da elevação do aeroporto em VMC, requer imediata arremetida.

### Pouso

Sobre a definição de pouso, o RBAC 23 - "Requisitos de Aeronavegabilidade: Aviões Categoria Normal" determinava:

23.2130 Pouso.

O requerente deve determinar o seguinte, em temperaturas padrões nas combinações críticas de peso e altitude dentro dos limites operacionais:

A distância, a partir de uma altura de 50 ft (15 m) acima da superfície de pouso, necessária para pousar e parar.

As velocidades de aproximação e pouso, configurações e procedimentos que permitam a um piloto de habilidade mediana pousar de forma consistente dentro da distância de pouso publicada e sem causar danos ou lesões e que permita uma transição segura para as condições de arremetida deste regulamento levando em conta: (1) Margem de segurança da velocidade de estol; e (2) Velocidades mínimas de controle.

A Instrução Suplementar (IS) nº 61-004, revisão R, de 05SET2021, da ANAC, que tratava da lista de habilitações averbadas pela ANAC nas licenças de pilotos, estabelecia:

5.3.9 Ao averbar uma nova habilitação de tipo, a ANAC usará as designações “PIC” e “SIC” para certificar de que forma foi demonstrada a proficiência requerida em 61.213(a)(4), bem como de que forma serão exercidas as prerrogativas do detentor da habilitação de tipo, conforme a seção 61.217. A averbação se dará da seguinte forma, em que “AAAA” representa a designação da habilitação de tipo:

5.3.9.1 no caso de aeronaves certificadas para operar com tripulação mínima composta por dois pilotos:

a) AAAA (PIC) – para pilotos que tenham recebido treinamento aprovado para habilitação de tipo no posto de pilotagem definido pelo fabricante da aeronave para PIC e que tenham sido aprovados em voo de verificação de proficiência neste posto de pilotagem; e

b) AAAA (SIC) – para pilotos que tenham recebido treinamento aprovado para habilitação de tipo no posto de pilotagem definido pelo fabricante da aeronave para SIC e que tenham sido aprovados em voo de verificação de proficiência neste posto de pilotagem.

O RBAC 153 - Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência, destacava:

A Subparte A, da Seção 153.1 termos e definições,

[...]

(1) Aderência da pista de pouso e decolagem significa a propriedade física caracterizada pela força de contato entre os pneus da aeronave e a superfície da camada de rolamento do pavimento da pista, que assegura à aeronave resistência à derrapagem e controle direcional. As condições de aderência da pista de pouso e decolagem são fornecidas, principalmente, pelo atrito e pela textura superficial (microtextura e macrotextura).

[...]

(20) Defeitos no pavimento significa danos ou deteriorações na superfície do pavimento que podem ser classificados segundo uma metodologia normatizada e identificados a olho nu, tais como fissuras, trincas, afundamentos, ondulações ou corrugações, desníveis, deformações, escorregamentos, exsudações, desgastes, panelas ou buracos, desnivelamentos de placas, escalonamentos ou degraus nas juntas, bombeamentos, avarias no material selante entre juntas, esborcinamentos, entre outros.

153.5 Aplicabilidade

(a) Este Regulamento é de cumprimento obrigatório pelo operador de aeródromo que atua em aeródromo civil público brasileiro, compartilhado ou não.

#### Definições de $V_{REF}$ e $V_{AP}$

Com relação às definições de  $V_{REF}$  e  $V_{AP}$ , o *Standard Operating Procedures Manual, Phenom 100 & 300, revision 8, section 1, page 10*, determinava:

*Landing Reference Speeds ( $V_{REF}$ ) - A reference for  $V_{AP}$  calculation. It is the minimum recommended speed at 50 ft over the threshold. It is the speed used in the landing distance calculations.*

*Approach Speed ( $V_{AP}$ ) - The speed on the final approach, in landing configuration.*

#### Hidroplanagem tipo borracha revertida

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-6/2017 - “Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos” trazia a seguinte explicação sobre hidroplanagem por borracha revertida:

9.6.10.8.3 Hidroplanagem.

[...]

Hidroplanagem por borracha revertida - Essa condição ocorre quando o calor que é gerado durante uma derrapagem com a roda travada transforma a água sob o pneu em vapor, revertendo o processo de vulcanização da borracha.

Manchas brancas na pista são evidências de que este tipo de hidroplanagem ocorreu devido à "limpeza a vapor" na superfície da pista, como mostra a Figura 76.



Hidroplanagem de borracha revertida.

Um exame visual do pneu da aeronave acidentada poderá indicar uma condição de borracha amolecida na forma elíptica e mudança de coloração.

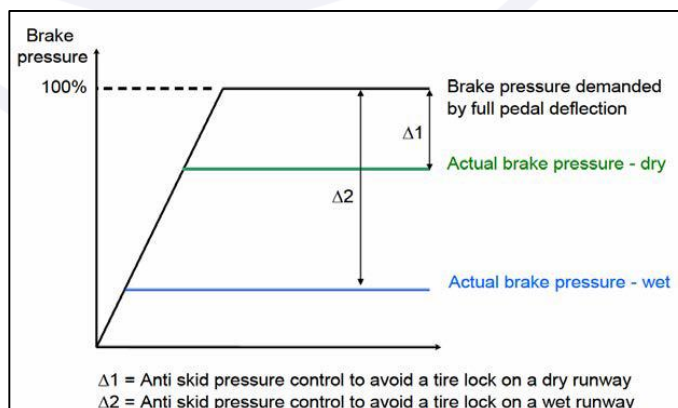
### Procedimento de Aterragem

A respeito das melhores práticas relativas aos procedimentos de pouso, a *Federal Aviation Administration* (FAA) lançou a *Advisory Circular AC91-79A - Mitigating the Risks of a Runway Overrun Upon Landing* - contendo boas práticas para abordar os riscos envolvidos durante o pouso. Por meio da *Flight Operations Letter PHE505-018/14, Revision 5*, de julho de 2020 (substituída em março de 2022 pela GP-8143 que manteve os conceitos), a EMBRAER destacou alguns aspectos-chave do documento da FAA acrescentando informações pertinentes às características do *Phenom*, dentre as quais evidenciavam-se:

#### *Brake System*

*BCU, due to the anti-skid function, will automatically calculate the maximum pressure that can be delivered to the brakes, based on the pavement conditions. As a result, pilots must be aware that for a same pedal deflection, in different pavement conditions, different amounts of hydraulic pressure will be applied to the brakes.*

*For example, on a full brakes application the pressure that is actually being applied to the brakes, by the BCU, will be higher at a dry runway and lower on a contaminated runway. As a result, pilots will notice lower deceleration on a contaminated runway, compared with a dry runway. The graph below shows a comparison between the braking pressure on a contaminated runway and on a dry runway.*



*Landing on a Wet/Contaminated Runway*



Landing on a wet/contaminated runway presents additional challenges to the pilots. Carefully evaluating the conditions and identifying the most suitable performance numbers to use are mandatory. A considerable difference can be found between wet versus standing water runways.

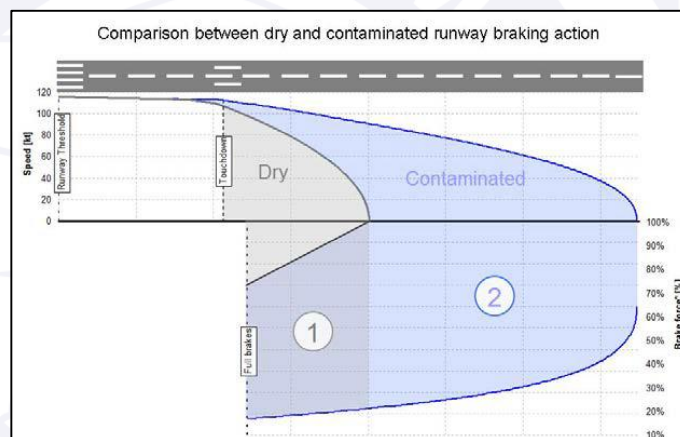
By definition, a wet runway is a pavement covered by less than 3 mm (0.125") of water and the standing water has more than 25% of the pavement covered with more than 3 mm of water.

However, it is very difficult to receive a clear report from the ATC about the runway conditions, so pilots would use other indications to properly assess the performance numbers. The amount of rain, at the moment of the landing, may be an indicator. Moderate to heavy rain increases the possibility of having greater water quantities on the runway and using standing water numbers may be more adequate than wet.

Runway grooving is also a factor, but do not overestimate it. If you know that the runway drainage is good, the wet numbers may be used, but if the runway is unknown, be conservative.

Also, be careful when evaluating a light rain over a non-grooved runway or a concrete polished surface. This may result in a slippery surface, which reduces braking action. In this case, the standing water numbers are more recommended than wet.

Once the runway condition is identified, pilots must be aware of the expected braking behavior of the aircraft in different surfaces. The graph below demonstrates the speed reduction (top region) and braking force improvement (bottom region) on a dry (gray area) and standing water 3 mm (blue area) runway. The landing conditions are ISA, MLW, flaps full.



Region 1: The braking force reference, in the graph, is the maximum force achieved during the landing on a dry runway. This is defined as 100%. The region 1 shows how degraded is the braking action on a contaminated runway compared to the dry.

Region 2: Braking force increases slowly on a contaminated runway, requiring more runway distance to stop the airplane. The braking force increases exponentially, only by the end of the landing roll, differently from a dry runway that has a linear behavior. The reason for this is the degraded braking coefficient and the hydroplaning effect.

#### Factors that Affect a Successful Landing

In order to develop risk mitigation strategies and tools, it is important to identify what are the key factors that contribute to the landing success.

While some of them are related to the pilot techniques to fly the landing profile as described earlier, others are related to the interpretation of runway conditions and proper use of the aircraft performance data.

[...]

#### 5. In flight landing assessment

[...]

Runway condition: As already described in the earlier sections of this document, understanding the correct runway condition is imperative to assess the correct



*performance number. A wet versus contaminated numbers are considerably different and the amount of rain is a good indication on which number is most applicable.*

### Histórico de ocorrências registradas em SIRI

No dia 21JUL2021, ocorreu o incidente grave com a aeronave PR-DLM, modelo EMB-500, que decolou do Aeródromo de Congonhas (SBSP), São Paulo, SP, com destino ao Aeródromo de Barra Grande (SIRI), Marauá, BA, por volta das 11h00min (UTC), a fim de transportar pessoal, com dois pilotos e um passageiro a bordo.

Ao chegar ao destino, foi realizada uma primeira aproximação com arremetida no solo.

Após novo tráfego, durante o pouso, a aeronave percorreu toda a extensão da pista, vindo a ultrapassar os seus limites pela cabeceira oposta.

A aeronave não teve danos.

Os dois tripulantes e o passageiro saíram ilesos.



Figura 25 - Vista do ponto de parada final do PR-DLM.

O aerodromo era utilizado por diversas aeronaves e teve as seguintes ocorrências registradas desde o ano de 2016:

DATA	AERONAVE	MODELO	CLASSIFICAÇÃO	TIPO
17/09/2016	PR-JVF	C525A	ACIDENTE	Pouso antes da pista
27/12/2016	PT-RFK	EMB-810C	ACIDENTE	Excursão de pista
14/11/2019	PT-LTJ	C550	ACIDENTE	Pouso antes da pista
31/07/2021	PR-DLM	EMB-500	INCIDENTE GRAVE	Excursão de pista
17/04/2022	PP-LGD	EMB-505	ACIDENTE	Excursão de pista

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

Não houve.

#### **2. ANÁLISE.**

A aeronave decolou de SBSV com destino a SIRI, com dois pilotos a bordo, para a realização de um voo privado.

O PIC da aeronave exercia a função de PF e o SIC a de PM.

Após a realização de uma descida sob a coordenação dos órgãos de controle, a aeronave ingressou no circuito de tráfego em condições visuais, mantendo 1.000 ft AGL na perna do vento devido ao teto de 1.500 ft, para pouso na cabeceira 11 do SIRI.

Após a aterrissagem, a aeronave realizou um giro de 180° ao final da corrida de pouso, parando cerca de 4 m depois do limite longitudinal da pista.

Não havia METAR disponível em SIRI. A tripulação monitorou as condições meteorológicas por meio do aplicativo *Windy*. Tal procedimento atendia aos requisitos estabelecidos no MGO da empresa.

Antes da decolagem de SBSV, os pilotos receberam a informação de que não havia chuva presente, que a pista se encontrava molhada e o teto estimado era de 1.000 ft.

Segundo os pilotos, ao se aproximarem do continente, a visibilidade ficou irrestrita, com algumas poucas camadas de nuvem entre a perna do vento e a pista, e o teto em SIRI era de 1.500 ft. Eles condicionaram o pouso à não existência de lâminas d'água visíveis na pista.

Na reta final, ao confirmarem visualmente que não havia lâminas d'água na pista, os pilotos prosseguiram para o pouso.

Segundo o PIC, o vento era de 15 kt, vindo da direita, e o peso estimado da aeronave, para efeito de planejamento de voo, era de 7.400 kg.

A distância de pouso disponível em SIRI era de 1.400 m.

Com base na tabela de distância para pouso e considerando que a pista se encontrava molhada (*wet*), os pilotos identificaram que a  $V_{REF}$  era de 115 kt e a distância de pouso era de 1.005 m.

Na reta final, aproximadamente, a 720 m da cabeceira 11, a aeronave se encontrava a 184 ft AGL. Ao ser informado pelo PM que a aeronave se encontrava com  $V_{REF} + 20$ , o PF reduziu a potência dos motores para *idle*, mantendo essa condição até o toque na pista.

Ao cruzar 50 ft AGL, a aeronave se encontrava a 175 m da cabeceira 11, com 127 KIAS ( $V_{REF} + 12$ ) de velocidade.

O vento era de 220°/14 kt, o que correspondia a uma componente de 4,8 kt de cauda e 13,2 kt de través direito.

O toque da aeronave na pista ocorreu antes da marca de 1.000 ft da cabeceira em uso, tendo o piloto aplicado freio máximo imediatamente.

A frenagem teve início logo após o toque da aeronave na pista.

A 272 m da cabeceira 11, houve o início da desaceleração como resultado do funcionamento normal do sistema de freios.

Após a atuação máxima nos pedais de freio, os pilotos observaram que não houve a frenagem esperada da aeronave.

Depois da aeronave cruzar, aproximadamente, a velocidade de 100 kt e já ter percorrido metade da pista, o PF iniciou o procedimento de arremetida no solo, avançando os manetes de potência para a posição TO/GA.

Por julgar que a aeronave não teria condições de superar os obstáculos na cabeceira oposta, o PF retornou os manetes de potência para a posição *idle*.

O PF seguiu aplicando freio máximo.

No último terço de pista, a 804 m da cabeceira 11, ainda com velocidade elevada e na perspectiva de não parar dentro dos seus limites, o PF aplicou o freio de emergência (EPB). A aplicação do EPB desabilitou o *antiskid*, provocando o travamento das rodas.

A frenagem da aeronave não ocorreu da forma que os pilotos esperavam após o acionamento do EPB.

Diante disso, o PF comandou um giro de 180° (cavalo de pau) pela direita.

A aeronave iniciou o giro e percorreu aproximadamente 55 m, ultrapassando a *stopway*, vindo a parar fora da área pavimentada.

Não foi identificada falha ou mau funcionamento dos equipamentos da aeronave, bem como dos seus diversos sistemas, notadamente, o de freio, que pudesse contribuir para o acidente.

Com base nos parâmetros empregados na operação da aeronave, na reta final, referentes à velocidade, razão de decida e altura do cruzamento da cabeceira 11, considerou-se que as variações observadas em relação aos elementos recomendados para uma aproximação estabilizada não concorreram para a excursão de pista.

Da mesma forma, com base nos aspectos abordados pela FOL PHE505-018/14, da EMBRAER, não foi identificada contribuição para o acidente, relacionada com a atuação dos pilotos, até o momento em que houve o acionamento do EPB.

Conforme descrito na FOL, o EPB deveria ser utilizado somente nos casos do aparecimento da mensagem BRK FAIL no CAS e dizia ainda que o EPB sempre teria uma pior eficiência quando comparado aos freios normais com a proteção do *anti-skid*.

Com base na Figura 23, versando sobre a projeção estimada de parada da aeronave, pôde-se observar o local onde houve o acionamento do EPB e o local correspondente ao limite máximo (935 m da cabeceira 11) para que a atuação do sistema de freios (normal) permitisse a parada da aeronave, dentro dos limites da *stopway* (área verde).

Baseado na taxa de desaceleração da aeronave (-0,26 g), ocorrida antes da aplicação do EPB, foi possível supor que a aeronave teria parado dentro dos limites da pista, caso o EPB não tivesse sido aplicado.

O acionamento do EPB foi atribuído ao fato de que, após a aplicação máxima dos pedais de freio, os pilotos não perceberam ter havido a frenagem esperada da aeronave.

Tal sensação experimentada pela tripulação coincidiu com a atuação do *antiskid*, observada entre os pontos A e B da Figura 15, a qual mostrou a variação da *brake pressure* LH e RH como resultado da atuação normal do *antiskid*.

Embora o PIC tenha aplicado freio máximo ao longo de quase toda a trajetória da corrida de frenagem, a condição da pista provocou variações significativas nas velocidades das rodas, causando as variações da *brake pressure* LH e RH observadas na Figura 15.

Nesse sentido, até o momento em que houve a atuação do EPB, o sistema *antiskid* controlou a quantidade de pressão hidráulica aplicada aos freios, reduzindo essa pressão para recuperar a velocidade da roda e evitar a sua derrapagem.

Apesar de haver a presença de marcas brancas no pavimento (Figura 17), indicando uma possível hidroplanagem da aeronave, o bom estado dos pneus (Figuras 7 e 8) mostrou que a hidroplanagem não foi do tipo por borracha revertida.

Embora não tenha sido possível precisar as condições de aderência da pista de SIRI, as evidências apontaram para a presença de lâmina d'água (Figura 11) e de detritos (aspecto de lodo) (Figura 13) e tudo leva a crer que as características observadas em relação àquele pavimento tenham contribuído para o retardo da frenagem da aeronave, tanto no trecho em que houve a atuação do *antiskid*, como durante a utilização do EPB.

Por se tratar de aeródromo privado, o operador do aeródromo em questão (SIRI) não era sujeito ao cumprimento de legislação específica para efeito do monitoramento das

condições da pista de pouso e decolagem, diferentemente dos aeródromos públicos, cujos procedimentos e requisitos eram estabelecidos pelo RBAC 153 - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência.

Finalmente, com base nos requisitos estabelecidos no Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional implementado no âmbito da AVANTTO, bem como nos dados levantados na presente investigação, relativos às condições da pista de pouso de SIRI e à operação da aeronave, concluiu-se que a presente ocorrência poderia ter sido evitada utilizando-se um adequado gerenciamento do risco da segurança operacional.

### 3. CONCLUSÕES.

#### 3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações de aeronave tipo EPHN (que incluía o modelo EMB-505) e de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas;
- c) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula e motores estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) o PIC da aeronave exercia a função de PF e o SIC de PM;
- i) a *Landing Distance Available* (LDA) de SIRI era de 1.400 m;
- j) o toque da aeronave na pista ocorreu pouco antes da marca de 1.000 ft da cabeceira em uso;
- k) a frenagem normal teve início logo após o toque da aeronave na pista;
- l) o PF iniciou o procedimento de arremetida no solo, avançando os manetes de potência para a posição TO/GA;
- m) o PF retornou os manetes de potência para a posição *idle*, seguiu aplicando o freio máximo e, logo após, acionou o freio de emergência (EPB);
- n) o PF comandou um giro de 180° (cavalo de pau) pela direita;
- o) a aeronave percorreu, aproximadamente, 55 m, ultrapassando a *stopway*, vindo a parar fora da área pavimentada;
- p) a aeronave teve danos substanciais; e
- q) todos os ocupantes da aeronave saíram ilesos.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

O uso do freio de emergência foi inadequado, já que ele desabilitou o *anti-skid* e provocou o travamento das rodas, o que piorou a capacidade de frenagem da aeronave, levando a excursão de pista.

- **Infraestrutura aeroportuária - indeterminado.**

Não foi possível determinar a influência dos aspectos relativos às condições de aderência da pista de pouso e decolagem de SIRI fornecida, principalmente, pelo atrito e textura superficial, para a excursão de pista.



- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

Houve uma inadequada avaliação na utilização do EPB, o que desativou o sistema *anti-skid* e permitiu o travamento das rodas, reduzindo a eficiência da frenagem e contribuindo para a excursão de pista.

- **Outro/Legislação - indeterminado.**

É possível que a falta de um regulamento específico, atribuindo critérios para a operação e manutenção de aeródromos registrados, tenha contribuído para a ocorrência, pois não havia como medir a aderência da pista, uma vez que não era exigido na legislação.

#### **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-049/CENIPA/2022 - 01**

**Emitida em: 15/04/2024**

Atuar junto ao operador da aeronave, a fim de assegurar a correta aplicação dos mecanismos de gerenciamento de risco, principalmente na operação em aeródromos privados.

##### **A-049/CENIPA/2022 - 02**

**Emitida em: 15/04/2024**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação aos Centros de Treinamento de Aviação Civil (CTAC) autorizados a ministrar instrução teórica e prática em aeronaves modelo EMB-505, com o objetivo de incentivar as boas práticas e recomendações para os procedimentos de pouso, bem como motivar a consulta aos documentos publicados pelo fabricante da aeronave.

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

Nada a relatar.

Em 15 de abril de 2024.