# COMANDO DA AERONÁUTICA

## CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

# RELATÓRIO FINAL
# A-106/CENIPA/2020

| | |
|---|---|
| **OCORRÊNCIA:** | **ACIDENTE** |
| **AERONAVE:** | **PR-AUR** |
| **MODELO:** | **Gulfstream 200** |
| **DATA:** | **07SET2020** |

# 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 n º 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.*

*Consequentemente, 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 PR-AUR, modelo *Gulfstream* 200, ocorrido em 07SET2020, tipificado como “[RE] Excursão de pista”.

Durante um procedimento de arremetida no solo, a tripulação da aeronave PR-AUR abortou a decolagem. Na ocasião, não houve extensão de pista suficiente para a parada e o avião ultrapassou os seus limites, colidindo contra uma cerca de proteção nas proximidades da cabeceira 31.

A aeronave teve danos substanciais.

O Piloto em Comando (PIC) sofreu lesões leves. O piloto Segundo em Comando (SIC) e o tripulante extra saíram ilesos.

Houve a designação de Representante Acreditado da *Civil Aviation Authority- Ministry of Transport* (CAA-MT) - Israel, Estado de fabricação da aeronave.

# ÍNDICE

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS ..... 5**

**1. INFORMAÇÕES FACTUAIS. ..... 7**

1.1. Histórico do voo. ..... 7
1.2. Lesões às pessoas. ..... 7
1.3. Danos à aeronave. ..... 7
1.4. Outros danos. ..... 8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido. ..... 8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes. ..... 8
1.5.2. Formação. ..... 8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações. ..... 8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo. ..... 8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde. ..... 8
1.6. Informações acerca da aeronave. ..... 8
1.7. Informações meteorológicas. ..... 11
1.8. Auxílios à navegação. ..... 11
1.9. Comunicações. ..... 12
1.10. Informações acerca do aeródromo. ..... 12
1.11. Gravadores de voo. ..... 12
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços. ..... 12
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas. ..... 13
1.13.1. Aspectos médicos. ..... 13
1.13.2. Informações ergonômicas. ..... 13
1.13.3. Aspectos Psicológicos. ..... 13
1.14. Informações acerca de fogo. ..... 14
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave. ..... 14
1.16. Exames, testes e pesquisas. ..... 14
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento. ..... 14
1.18. Informações operacionais. ..... 14
1.19. Informações adicionais. ..... 22
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação. ..... 22

**2. ANÁLISE. ..... 23**

**3. CONCLUSÕES ..... 26**

3.1. Fatos. ..... 26
3.2. Fatores contribuintes. ..... 26

**4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA ..... 27**

**5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS. ..... 27**

## GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

| | |
|---|---|
| ADC | *Aerodrome Chart* - carta de aeródromo |
| AFM | *Aircraft Flight Manual* - manual de voo da aeronave |
| AISWEB | Serviço de Informação Aeronáutica na WEB |
| ANAC | Agência Nacional de Aviação Civil |
| APP | *Approach Control* - controle de aproximação |
| APP-BH | Controle de Aproximação de Belo Horizonte |
| CAA-MT | *Civil Aviation Authority - Ministry of Transport* |
| CAVOK | *Ceiling And Visibility Ok* - ausência de nuvens abaixo de 5.000 ft ou abaixo da altura mínima do setor mais elevado (qualquer que seja o maior) e visibilidade horizontal acima de 10 km; ausência de cb ou de condição de tempo significativo para a aviação |
| CENIPA | Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos |
| CMA | Certificado Médico Aeronáutico |
| CVA | Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade |
| CVR | *Cockpit Voice Recorder* - gravador de voz da cabine |
| EGPWS | *Enhanced Ground Proximity Warning System* - sistema avançado de aviso de proximidade com o solo |
| EICAS | *Engine Indicating and Crew Alerting System* - sistema de indicação e alertas do motor |
| FDR | *Flight Data Recorder* - gravador de dados de voo |
| FMS | *Flight Management System* - sistema de gerenciamento de voo |
| IAF | *Initial Approach Fix* - fixo de aproximação inicial |
| IAM | Inspeção Anual de Manutenção |
| IFR | *Instrument Flight Rules* - regras de voo por instrumentos |
| IFRA | Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião |
| LFL | *Landing Field Lenght* – distância de pouso no solo |
| METAR | *Metorological Airdrome Report* - reporte meteorológico de aeródromo |
| OM | Organização de Manutenção |
| PAPI | *Precision Approach Path Indicator* - indicador de trajetória de aproximação de precisão |
| PCM | Licença de Piloto Comercial - Avião |
| PF | *Pilot Flying* - piloto operando os comandos |
| PIC | *Pilot in Command* - piloto em comando |
| PLA | Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião |
| PM | *Pilot Monitoring* - piloto monitorando |
| PN | *Part Number* - número de peça |
| PPR | Licença de Piloto Privado - Avião |
| RBAC | Regulamento Brasileiro da Aviação Civil |

| | |
|---|---|
| SBBH | Designativo de localidade - Aeródromo da Pampulha - Carlos Drummond de Andrade, Belo Horizonte, MG |
| SIC | *Second in Command* - piloto segundo em comando |
| SID | *Standard Instrument Departure* - procedimento padrão de saída |
| SIPAER | Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos |
| SN | *Serial Number* - número de série |
| TPP | Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado |
| T/R | *Thrust Reverser System* - sistema reversor de empuxo |
| TWR-BH | Torre de Controle do Aeródromo da Pampulha, MG |
| UTC | *Universal Time Coordinated* - tempo universal coordenado |
| $V_{APP}$ | *Minimum Landing Approach Climb Speed* – velocidade mínima de aproximação e subida |
| VFR | *Visual Flight Rules* - regras de voo visual |
| $V_{REF}$ | *Minimum Final Approach Speed* - velocidade de cruzamento da cabeceira |

# 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

| | | |
|---|---|---|
| **Aeronave** | **Modelo:** Gulfstream 200<br>**Matrícula:** PR-AUR<br>**Fabricante:** *Israel Aircraf Industryt* | **Operador:**<br>W.R.V. Empreendimentos e Participações Ltda. |
| **Ocorrência** | **Data/hora**: 07SET2020 - 21:45 (UTC)<br>**Local:** Aeródromo da Pampulha (SBBH)<br>**Lat.** 19°51'07"S **Long.** 043°57'02"W<br>**Município - UF:** Belo Horizonte - MG | **Tipo(s):**<br>[RE] Excursão de pista |

## 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo da Pampulha - Carlos Drummond de Andrade, Belo Horizonte, MG, por volta das 21h35min (UTC), a fim de realizar um treinamento local de voo por instrumentos com toque e arremetida, com dois pilotos e um tripulante extra a bordo.

O voo transcorreu normalmente até a realização da primeira aproximação. Durante a corrida de arremetida no solo, a aeronave ultrapassou a cabeceira oposta, mantendo-se ligeiramente à direita do eixo longitudinal da pista e chocou-se contra uma cerca de proteção localizada nas proximidades da cabeceira 31, parando a cerca de 95 m fora dos limites da pista.

A aeronave teve danos substanciais.

O PIC sofreu lesões leves. O SIC e o tripulante extra saíram ilesos.

Figura 1 - Local de parada da aeronave PR-AUR.

## 1.2. Lesões às pessoas.

| Lesões | Tripulantes | Passageiros | Terceiros |
|---|---|---|---|
| Fatais | - | - | - |
| Graves | - | - | - |
| Leves | 1 | - | - |
| Ilesos | 2 | - | - |

## 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais em toda a extensão do seu intradorso. As pernas do conjunto do trem de pouso colapsaram durante os impactos contra o terreno fora da pista.

## 1.4. Outros danos.

Houve danos substanciais nas cercas de proteção que se encontravam nas imediações da cabeceira 31 do Aeródromo de SBBH.

## 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

| Horas Voadas | | |
|---|---|---|
| Discriminação | PIC | SIC |
| Totais | 7.000:00 | 225:30 |
| Totais, nos últimos 30 dias | 02:13 | 02:13 |
| Totais, nas últimas 24 horas | 02:13 | 02:13 |
| Neste tipo de aeronave | 200:00 | 67:05 |
| Neste tipo, nos últimos 30 dias | 02:13 | 02:13 |
| Neste tipo, nas últimas 24 horas | 02:13 | 02:13 |

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pelos pilotos.

### 1.5.2. Formação.

O PIC realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Minas Gerais, MG, em 1986.

O SIC realizou o curso de PPR no Aeroclube de Pará de Minas, MG, em 2016.

### 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 G200 (que incluía o modelo *Gulfstream* 200) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de G200 e IFRA válidas.

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

O PIC e o SIC realizaram, em conjunto, o treinamento inicial para a obtenção da habilitação de tipo na aeronave *Gulfstream* 200 na *Flight Safety International*, no *Dallas Training Center*, EUA, em 2019.

Os pilotos estavam qualificados, mas era a primeira vez que iriam realizar treinamento de toque e arremetida naquele tipo de aeronave.

### 1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

## 1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 140, foi fabricada pela *Israel Aircraft Industry*, em 2006, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviço Aéreo Privado (TPP).

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

Os registros técnicos encontravam-se atualizados.

A última inspeção da aeronave, do tipo “Inspeção Anual de Manutenção (IAM)”, foi realizada em 14NOV2019 pela Organização de Manutenção (OM) Líder Táxi Aéreo, em São Paulo, SP, estando com 46 horas e 55 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave, do tipo “12C - 144 meses”, foi realizada em 19NOV2018 pela OM *Duncan Aviation*, em *Battle Creek*, Miami, EUA, estando com 98 horas e 13 minutos voados após a inspeção.

A aeronave possuía comandos de voo convencionais em três eixos. Os profundores e os ailerons eram atuados hidraulicamente. Os comandos do leme possuíam um sistema de assistência em caso de tração assimétrica.

Os profundores eram operados por um par de servo-atuadores e possuíam um sistema de compensadores das forças aerodinâmicas, no eixo longitudinal (*pitch*), por meio de incidência variável no estabilizador horizontal.

A operação normal desse sistema era feita por meio de interruptores, localizados em cada um dos manches (*Pilot Flying* - PF e *Pilot Monitoring* - PM). Quando um dos interruptores era acionado, o motor do atuador primário era energizado e o movimentava para a posição desejada.

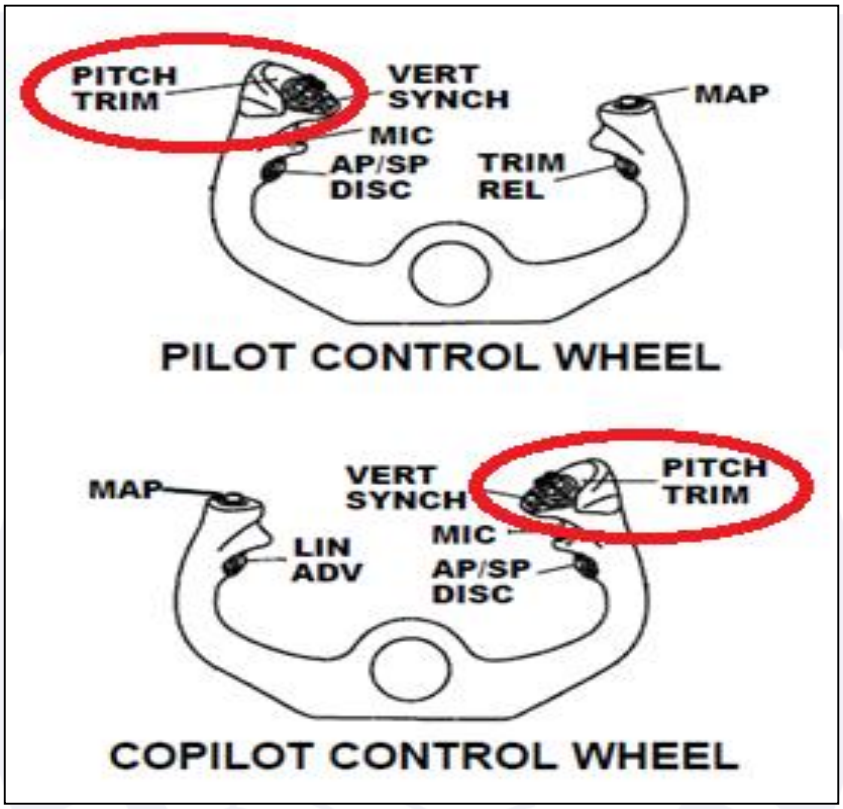



Figura 2 - Comandos do compensador do estabilizador horizontal (PF e PM).

Esses interruptores possuíam três posições: uma posição fixa (*CENTER*) e duas posições momentâneas (*NOSE DOWN* e *NOSE UP*). Sempre que o sistema normal de compensação do profundor era utilizado, ocorria um alerta sonoro proveniente do *Engine Indicating and Crew Alerting System* (EICAS - sistema de indicação e alertas do motor).

Após a partida dos motores, o EICAS disponibilizava informação acerca da posição em que se encontrava o compensador do estabilizador horizontal. A variação do estabilizador horizontal possuía uma faixa de +2,5° a -9,5° que integrava todos os requisitos do envelope de voo e os limites de peso e balanceamento da aeronave.

A Figura 3, abaixo, extraída do *Aircraft Flight Manual* (AFM - manual de voo da aeronave), representa a página primária do EICAS, a qual possuía informação da posição dos compensadores de voo, com destaque para o compensador do estabilizador horizontal.

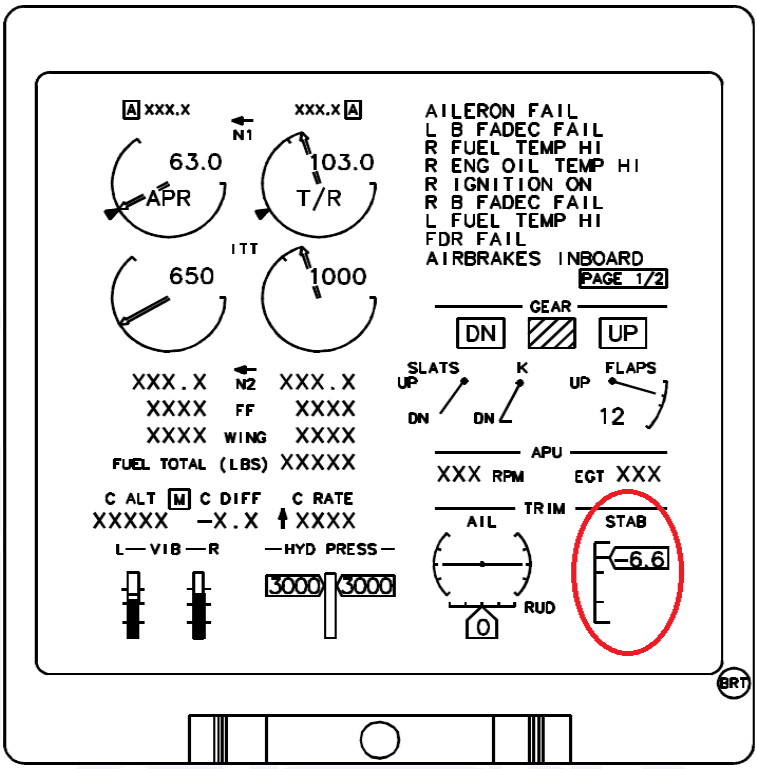



Figura 3 - Exemplo de posição do compensador do estabilizador horizontal na página primária do EICAS. Fonte: adaptado do AFM *Gulfstream* 200.

A aeronave PR-AUR também era equipada com um *Thrust Reverser System* (T/R - sistema reversor de empuxo) que tinha por finalidade prover frenagem aerodinâmica adicional por meio do redirecionamento para frente do fluxo dos gases de exaustão dos motores e do ar das turbinas, como forma de auxiliar a parada da aeronave.

O T/R possuía uma faixa de atuação que variava da posição T/R *IDLE* até a posição *MAX* T/R. A Figura 4, abaixo, mostra o console dos manetes de potência da aeronave PR-AUR.

Figura 4 - Faixa de atuação do T/R da aeronave PR-AUR.

A Comissão de Investigação não identificou evidências, nos registros analisados, sobre qualquer anomalia ou falha no funcionamento dos sistemas que pudessem ter comprometido o controle e/ou a sua operação.

A aeronave também era equipada com um *Enhanced Ground Warning Alerting System* (EGPWS - sistema avançado de aviso de proximidade com o solo), que incorporava as funções do sistema básico de aviso de proximidade com o solo (GPWS) com recursos adicionais, incluindo a liberação do terreno, o alerta de proximidade do terreno e a exibição de consciência de proximidade com o terreno.

## 1.7. Informações meteorológicas.

O *Metorological Airdrome Report* (METAR - reporte meteorológico de aeródromo) do Aeródromo da Pampulha (SBBH), local do acidente, trazia a seguinte informação:

METAR SBBH 072136Z 06006KT CAVOK 25/06 Q1016.

A ocorrência se consumou em uma noite clara, sem nebulosidade, com vento contínuo de direção 060° e intensidade de 6 kt, visibilidade acima de 10 km, temperatura de 25°C.

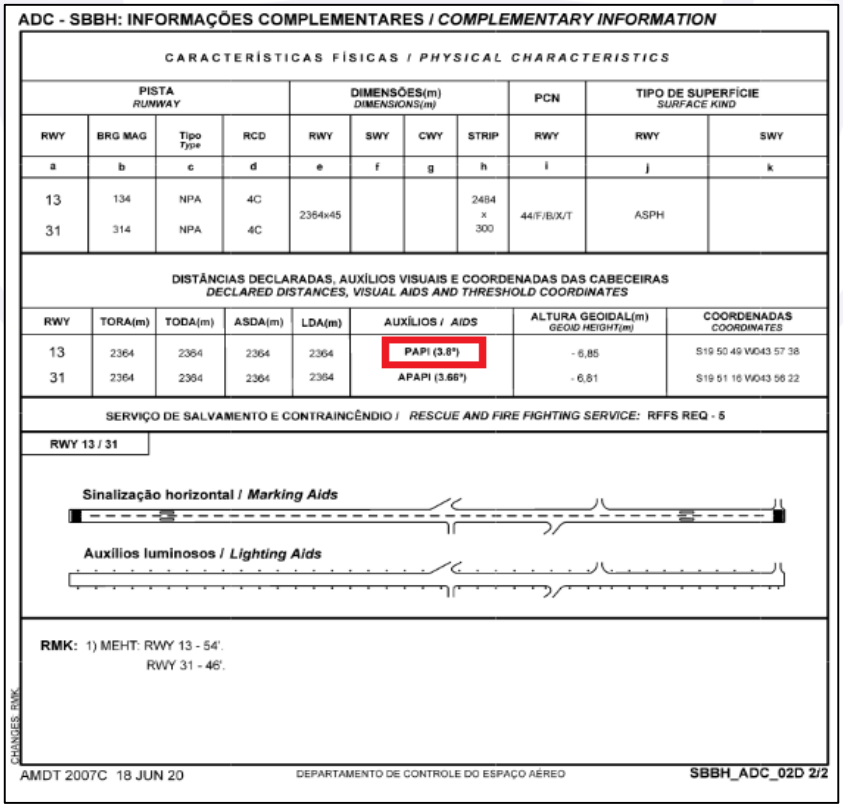
As condições meteorológicas foram consideradas favoráveis ao voo visual e estavam disponíveis para a tripulação antes do voo em que ocorreu o acidente e, segundo relatos dos envolvidos, foram consultadas previamente.

## 1.8. Auxílios à navegação.

Todos os auxílios à navegação e ao pouso operavam normalmente no momento da aproximação da aeronave.

Um dos auxílios de aproximação por instrumentos que o Aeródromo de SBBH dispunha era do tipo LOC/DME para a pista 13, o qual operava na frequência 109.3 MHz. Esse tipo de auxílio fornecia apenas indicação de curso de aproximação para a cabeceira 13, não fornecendo indicação de rampa.

De acordo com as informações complementares, constantes da *Aerodrome Chart* (ADC - carta de aeródromo), a pista 13 de SBBH dispunha de auxílio visual de rampa de 3,8º, do tipo *Precision Approach Path Indicator* (PAPI - indicador de trajetória de aproximação de precisão), o qual encontrava-se operacional no dia da ocorrência.



ADC - SBBH: INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES / *COMPLEMENTARY INFORMATION*

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS / *PHYSICAL CHARACTERISTICS*

| PISTA *RUNWAY* | | | | DIMENSÕES(m) *DIMENSIONS(m)* | | | | PCN | TIPO DE SUPERFÍCIE *SURFACE KIND* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RWY | BRG MAG | Tipo *Type* | RCD | RWY | SWY | CWY | STRIP | RWY | RWY | SWY |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k |
| 13 | 134 | NPA | 4C | 2364x45 | | | 2484 x 300 | 44/F/B/X/T | ASPH | |
| 31 | 314 | NPA | 4C | | | | | | | |

DISTÂNCIAS DECLARADAS, AUXÍLIOS VISUAIS E COORDENADAS DAS CABECEIRAS
*DECLARED DISTANCES, VISUAL AIDS AND THRESHOLD COORDINATES*

| RWY | TORA(m) | TODA(m) | ASDA(m) | LDA(m) | AUXÍLIOS / *AIDS* | ALTURA GEOIDAL(m) *GEOID HEIGHT(m)* | COORDENADAS *COORDINATES* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 2364 | 2364 | 2364 | 2364 | PAPI (3.8°) | - 6,85 | S19 50 49 W043 57 38 |
| 31 | 2364 | 2364 | 2364 | 2364 | APAPI (3.66°) | - 6,81 | S19 51 16 W043 56 22 |

SERVIÇO DE SALVAMENTO E CONTRAINCÊNDIO / *RESCUE AND FIRE FIGHTING SERVICE:* RFFS REQ - 5

RWY 13 / 31

Sinalização horizontal / *Marking Aids*

Auxílios luminosos / *Lighting Aids*

RMK: 1) MEHT: RWY 13 - 54'.
RWY 31 - 46'.

CHANGES: RMK

AMDT 2007C 18 JUN 20 DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO SBBH_ADC_02D 2/2

Figura 5 - ADC de SBBH. Fonte: adaptado AISWEB.

## 1.9. Comunicações.

De acordo com as gravações das comunicações entre a tripulação da aeronave PR-AUR e os órgãos de controle, verificou-se que não houve qualquer anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo.

## 1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público/militar, administrado pela INFRAERO e operava sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual) e por *Instrument Flight Rules* (IFR - regras de voo por instrumentos), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 13/31, dimensões de 2.364 x 45 m, com elevação de 2.589 ft.

## 1.11. Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um *Flight Data Recorder* (FDR - gravador de dados de voo) *Honeywell*, *Part Number* (PN) 980-4710-003, *Serial Number* (SN) 00779. Além disso, estava também equipada com um *Cockpit Voice Recorder* (CVR - gravador de voz da cabine) *Universal Avionics* PN 1603-02-12, SN 1582.

Ambos os gravadores (de dados de voo e de voz de cabine) registraram os dados relativos à ocorrência.

As principais informações coletadas com os dados extraídos dos gravadores de voo e a sequência de eventos foram transcritas no item 1.18. “Informações Operacionais”, deste relatório.

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

A aeronave excursionou pelo limite posterior da pista 13 de SBBH e percorreu cerca de 68 m até o primeiro impacto contra uma canaleta.

Após isso, a aeronave colidiu contra uma cerca de proteção e parou a uma distância aproximada de 155 m fora dos limites da pista, levemente à direita do prolongamento do eixo central (Figuras 6 e 7).

Figura 6 - Detalhe da cerca contra a qual a aeronave colidiu após a saída da pista.

Figura 7 - Trajetória percorrida pela aeronave após a saída da pista.

Os *flaps* encontravam-se baixados na posição 20°. Os compensadores dos profundores estavam simétricos e posicionados no batente máximo no sentido de cabrar.

## 1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

### 1.13.1. Aspectos médicos.

Não houve evidência de que ponderações de ordem fisiológica ou de incapacitação tenham afetado o desempenho dos tripulantes.

### 1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

### 1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Conforme levantado pela Comissão de Investigação, desde que obteve sua licença de PCM, o PIC trabalhava como piloto profissional. Ele foi contratado pela empresa operadora da aeronave no ano de 1997 e havia voado com o SIC da ocorrência cerca de 60 horas até a data da ocorrência.

No período anterior à aquisição do PR-AUR, o PIC operava outro tipo de aeronave naquela empresa. Além disso, ele era o responsável por gerenciar as questões operacionais, realizar o controle de manutenção da empresa e assessorar os proprietários nas tomadas de decisões, inclusive quanto à contratação de pilotos.

A contratação do SIC como copiloto foi efetivada no segundo semestre de 2019, por indicação do PIC que, além da relação profissional, era o genitor do SIC. Aquela era a primeira experiência do SIC como piloto de jato.

Segundo informações coletadas nas entrevistas, apesar do vínculo de parentesco entre o PIC e o SIC, a relação entre eles, a bordo, era bastante profissional. Não foram

identificados elementos que pudessem sustentar a tese de que isso tenha interferido no desempenho dos pilotos durante a ocorrência.

De acordo com os pilotos, por não haver um procedimento formalizado de toque e arremetida previsto no AFM foi necessário improvisar as ações que seriam adotadas durante esse procedimento.

Ainda, de acordo com as entrevistas realizadas, em determinado momento da corrida de pouso do primeiro toque e arremetida, o PIC percebeu que não seria possível concluir a manobra de arremetida, em virtude da configuração da aeronave, e optou por assumir os comandos e abortar a arremetida.

No entanto, não ficou claro, nas gravações, o momento exato em que o PIC optou por abortar a arremetida e nem qual dos pilotos efetivamente atuava nos comandos da aeronave. Foi observado que não houve uma comunicação clara entre eles após o toque da aeronave na pista.

**1.14. Informações acerca de fogo.**

Não houve fogo.

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

Os pilotos e o tripulante extra abandonaram a aeronave por meios próprios e foram assistidos pela equipe de bombeiros do aeródromo.

Segundo relatos, os bombeiros foram acionados no momento do acidente, tendo sido informados acerca de uma ocorrência com uma aeronave que pousava na pista 13.

De posse dessa informação, os bombeiros se deslocaram para a cabeceira 13, sendo que a aeronave se encontrava acidentada no prolongamento da cabeceira 31. Ao identificar o engano, os bombeiros se deslocaram para o local correto.

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

Nada a relatar.

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

A aeronave era operada por uma empresa privada e tinha como principal objetivo o transporte particular, tendo como funcionários fixos os dois pilotos da ocorrência, contratados como comandante e copiloto.

A Comissão de Investigação verificou que não havia um processo formal de seleção para a contratação de pilotos.

Os voos eram agendados com antecedência, conforme demanda do proprietário da empresa, e os planejamentos eram realizados pelo comandante. Segundo relatos, havia tempo hábil para a programação do voo a ser realizado.

A aeronave, geralmente, pernoitava em um hangar no Aeródromo da Pampulha, em Belo Horizonte.

**1.18. Informações operacionais.**

O voo tinha por objetivo a realização de treinamento de procedimento IFR com toque e arremetida, a fim de compor o processo de revalidação da habilitação de tipo dos pilotos envolvidos no acidente.

Segundo relatado, o PIC e o SIC nunca tinham realizado aquele tipo de treinamento utilizando a aeronave.

De acordo com as entrevistas, a realização do treinamento de toque e arremetida, utilizando a aeronave, se deu em função do que previa a Portaria n° 1.539/SPO, da Agência

Nacional de Aviação Civil (ANAC), emitida em 13JUN2020, que reconhecia, em caráter excepcional e temporário, procedimentos alternativos ao treinamento em Centros de Treinamento de Aviação Civil que estivessem instalados em localidades com restrição de acesso a brasileiros, para a realização de treinamentos e exames previstos no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) n° 61, para revalidação de habilitação de tipo, devido aos impactos decorrentes do estado de calamidade provocado pela pandemia de COVID-19.

No caso deste acidente, por conta da Pandemia de COVID-19, havia restrição de acesso a brasileiros ao território americano, local que possuía simulador de G200. No Brasil, não havia o referido simulador.

Além dos pilotos que operavam a aeronave, no momento da ocorrência, encontrava-se, no *jump seat*, um terceiro piloto habilitado e qualificado nesse tipo de aeronave, o qual ministraria o mesmo treinamento ao PIC. Ficou acertado, entre eles, que, inicialmente, seria realizado o treinamento do SIC como PF e, depois, ele trocaria de lugar com o piloto que se encontrava no *jump seat* para o treinamento do PIC.

Ressalta-se, no entanto, que a responsabilidade pela operação e segurança de voo era do PIC, conforme a seção 91.3 (a) do RBAC 91, Emenda 03, vigente à época.

A Comissão de Investigação verificou que o programa de treinamento em simulador contemplava as seguintes manobras relacionadas ao pouso:

- *Normal Landing;*
- *Landing from a Precision Approach;*
- *Crosswind Land;*
- *Approach and Landing with a Power Plant Failure;*
- *Landing from a Circling approach;*
- *Landing from a No Flap or Nonstandard Flap Approach;*
- *Rejected Landing; and*
- *Windshear.*

Essas manobras foram treinadas por ambos os pilotos e foram avaliadas como proficientes, durante o treinamento inicial, em simulador, para a obtenção da habilitação de tipo em 2019.

Por ocasião da obtenção dessa habilitação foi observado que, em uma das sessões do treinamento inicial em simulador de voo, ocorreu a recomendação para o PIC melhorar seus conhecimentos acerca dos procedimentos da aeronave. A mesma recomendação foi feita ao SIC, acrescentando que ele deveria melhorar suas habilidades básicas de voo.

Ressalta-se que, na data do acidente, o SIC possuía cerca de 225 horas totais e 67 no tipo de aeronave.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante, conforme dados coletados e analisados pela Comissão de Investigação.

Antes da decolagem, foram inseridas as seguintes velocidades no *Flight Management System* (FMS - sistema de gerenciamento de voo):

- $V_1$ = 112 kt;
- $V_R$ = 118 kt; e
- $V_2$ = 131 kt.

Essas velocidades também foram adotadas para a realização do toque e arremetida, uma vez que a tripulação considerou que haveria pouca mudança dos parâmetros no intervalo entre a decolagem e o pouso.

A tabela *Take-Off Distance* para decolagem com *flaps* em 20º, 27.000 lb, pista seca, 2.589 ft de altitude do aeródromo e 25°C previa que a distância requerida seria de, aproximadamente, 4.862 ft (1.481 m), de acordo com as informações analisadas no AFM *Gulfstream* 200.

O plano de voo tinha previsão de partida de SBBH, às 20h20min (UTC), sob IFR, com rota direta até a posição ERVIM, a partir de onde retornaria para SBBH para a realização de toque e arremetida.

De acordo com as entrevistas, foram realizados todos os procedimentos preparativos para o voo, tais como consultas às informações meteorológicas disponíveis e informações aeronáuticas oficiais.

Além disso, antes do embarque para a realização do voo, os pilotos afirmaram ter realizado um *briefing* sobre a sequência das manobras a serem efetuadas.

Conforme relatado pelos pilotos, o voo transcorreu normalmente, sem que percebessem qualquer anormalidade. As comunicações com os órgãos de controle foram realizadas adequadamente, as condições meteorológicas eram favoráveis e ambos estavam seguros para executar a operação até o momento da aproximação para o toque e a arremetida.

De acordo com as informações coletadas e com os dados extraídos dos gravadores de voo, a sequência de eventos ocorreu da seguinte maneira (horários em UTC):

- às 21h08min04seg, a tripulação liberou os freios e iniciou a decolagem;
- às 21h10min08seg, já em contato com o Controle de Aproximação de Belo Horizonte (APP-BH), a tripulação recebeu autorização para subir e manter 8.000 ft no perfil da *Standard Instrument Departure* (SID) GEPNA 1A. Em seguida, foi autorizado pelo APP-BH o voo direto para a posição ERVIM, que era o *Initial Approach Fix* (IAF - fixo de aproximação inicial) do procedimento LOC RWY 13 de SBBH;
- às 21h12min53seg, após ter realizado os procedimentos previstos para antes da descida (*Before Descent*), o PM solicitou ao APP-BH autorização para a descida, a qual foi, inicialmente, autorizada para 7.000 ft. A descida foi iniciada enquanto o PM completava os cheques previstos para antes do pouso. O PM informou ao PF que a Velocidade de Referência ($V_{REF}$) a ser utilizada seria de 138 kt e os *flaps* ficariam na posição de 20°. O PF confirmou estar ciente dos parâmetros a serem mantidos e solicitou que o PM colocasse o *bug* (marcador) na velocidade de 148 kt ($V_{REF}$ + 10 kt);
- às 21h14min58seg, o APP-BH autorizou a descida para 5.700 ft e solicitou que a tripulação informasse quando estabilizado no procedimento IFR. Após isso, foram realizados os cheques da lista de verificações e a preparação da aeronave para a aproximação, com a observação do PM de que poderiam ficar “alto e veloz”;
- às 21h19min29seg, o PM informou ao APP-BH que estava estabilizado na final com a pista à vista. Em seguida, o PM alertou o PF para “colocar a aeronave para descer” sob risco de “não pousar”. Com isso, o PF passou a empregar uma maior razão de descida, chegando a 2.200 ft/min (a razão de descida prevista na aproximação final do procedimento era de, aproximadamente, 750 ft/min);

- às 21h20min04seg, já em contato bilateral com a Torre de Controle do Aeródromo da Pampulha (TWR-BH), a tripulação do PR-AUR recebeu autorização para realizar o toque e arremetida;
- às 21h20min34seg, o EGPWS, de forma automática, emitiu o alerta de “1.000 ft de altura” sobre o terreno. Nesse momento, a aeronave estava com trem de pouso baixado, *flaps* na posição 20°, velocidade indicada de 181 kt, razão de descida de 1 500 ft/min e com os manetes de potência totalmente reduzidos. Segundo as informações constantes do procedimento LOC RWY 13, com 1.000 ft de altura a aeronave deveria estar a 2,5 NM de distância da cabeceira 13 e 750 ft/min de razão de descida;
- às 21h21min30seg, os sensores do trem de pouso indicaram que a aeronave estava no solo e o alerta de atuação do comando de compensador do estabilizador horizontal foi acionado no sentido *NOSE DOWN*, saindo da posição -2,2° até a posição +0,8°;
- às 21h21min34seg, os manetes de potência dos motores foram colocados totalmente à frente para a realização da arremetida. Após uma breve comunicação entre os pilotos, sobre a aplicação dos comandos e controle da aeronave no solo, o tripulante extra, que estava no *jump seat*, alertou a tripulação em relação à posição do compensador do estabilizador horizontal. Nesse momento, houve uma inversão no sentido da atuação do referido compensador;
- às 21h21min40seg, com velocidade indicada de 147 kt, os manetes de potência foram totalmente reduzidos e os freios foram aplicados parcialmente, sem qualquer comunicação clara entre os pilotos sobre a decisão de abortar a decolagem. Nos momentos seguintes, foi possível observar pouca efetividade na atuação dos comandos, a fim de parar a aeronave; e
- às 21h21min53seg, a aeronave se encontrava no terço final da pista, com velocidade indicada de 114 kt, quando os manetes de potência foram colocados na posição *MAX T/R* e os freios passaram a ser aplicados com maior amplitude. Aproximadamente 10 segundos após, a aeronave ultrapassou o limite da pista com velocidade de 65 kt, perdeu o controle, colidiu contra uma cerca de proteção e parou a 155 m da cabeceira 31 de SBBH.

Não foi identificado, nas gravações, um *briefing* formal acerca dos procedimentos para o pouso. Durante as entrevistas, os pilotos afirmaram que já haviam combinado os procedimentos a serem adotados previamente. Observou-se apenas orientações, por parte do PIC, acerca do perfil a ser executado durante o tráfego para o pouso, inclusive na aproximação final.

Quando o PR-AUR cruzou a cabeceira para pouso, de acordo com os dados de voo, a aeronave encontrava-se com velocidade indicada de 140 kt, razão de descida de 550 ft/min e manetes de potência de motor totalmente reduzidos.

A aeronave tocou a pista próximo à marca de 1.000 ft com 134 kt.

A Seção IV do AFM, que versava sobre os procedimentos normais, não contemplava especificamente os procedimentos de arremetida no solo. Segundo relatos dos pilotos, as ações a serem realizadas durante a manobra haviam sido previamente definidas na fase de planejamento do voo.

O procedimento de arremetida (*GO AROUND*), existente no AFM (Figura 8), detalhava os procedimentos que deveriam ser executados.

**GO AROUND (TWO-ENGINE)**

1. Thrust levers - T/O THRUST
2. Approach Climb Speed - MAINTAIN; Press GA button and maintain a 9° deck angle minimum
3. SLATS/FLAPS lever - 20°
4. Landing gear lever - UP, after establishing positive climb gradient
5. At safe altitude (400 ft minimum) - Accelerate to flaps retraction speed (Figure 7-235)
6. FLAPS - UP, at 400 ft minimum; accelerate to climb speed.
7. GROUND A/B switch - OFF
8. T/R ARM pushbutton - PRESS (lights - out)
9. Slats - AS REQUIRED

Figura 8 - Procedimentos previstos para execução de arremetida da aeronave *Gulfstream* 200.

Em consulta realizada sobre o procedimento de *Touch-And-Go,* o fabricante manifestou-se da seguinte forma:

> *It is Gulfstream's understanding that the touch-and-go that resulted in the accident was conducted as a part of pilot training. With that understanding, please see our responses below:*
>
> *1 - What does the aircraft manufacturer have to say about the subject?*
>
> *The G200 AFM does not define a procedure or performance data for touch-and-go operations, nor is this type of operation included in the approved training, checking or currency requirements. Therefore, touch-and-go training operations on the G200 are not recommended.*
>
> *2 - If feasible, how can the pilots perform a "Touch-and-Go procedure"?*
>
> *G200 pilot training for non-routine operations is intended to be conducted in a full motion, certified simulator, not the airplane. This is particularly important for pilots new to the G200. There are many variables associated with touch-and-go operations that can impact crew workload during a phase of flight that is already considered high workload. These include runway usage during the flare with a high $V_{REF}$ speed, slow engine spool-up once the aircraft touches down due to the transition from flight idle to ground idle, proper flap retraction in a timely manner by the non-flying pilot (presumably in an instructor role) and the need for the pilot flying to maintain directional control throughout this transition at high speeds. Because there is no published procedure or approved performance data in the AFM for touch-and-go operations that considers these important variables, touch-and-go operations on the G200 are not recommended.*
>
> *3 - Are Touch-and-Go procedures practiced in simulators?*
>
> *Because the AFM does not define a procedure or performance data for touch-and go operations, and they are not included in the approved pilot training curriculum, Gulfstream is not aware of any approved simulator training curriculum that includes touch-and-go procedures for the G200. If an operator chooses to work with a training provider to develop new procedures and training curriculum, coordination with the manufacturer and the applicable regulatory certification/aircraft evaluation groups is recommended. New training curriculum may also require regulatory approval depending upon the operator's type of operating certificate and the local regulations.*

Segundo relato do PIC, durante a corrida no solo após o pouso, uma das ações planejadas pela tripulação era reposicionar o compensador do estabilizador horizontal para a posição de decolagem (-4,3°). Inicialmente, o referido compensador foi comandado na direção contrária a que a tripulação pretendia quando, percebida a falha, o PIC passou a compensar no sentido correto.

Sobre a distância requerida para o pouso, foi necessário interpolar os valores das tabelas de distância de pouso não fatorada para 2.000 ft e 3.000 ft, a partir do ponto de

cruzamento de 50 ft; com *flaps* em 40°, a 25°C e considerando o peso de pouso de 27.000 lb, uma vez que o aeródromo se encontrava a 2.589 ft (Figuras 9 e 10):

BACK
TOC Local
TOC Main

GULFSTREAM 200
AIRPLANE FLIGHT MANUAL

Section VII
Performance

**FIGURE 7-248. UNFACTORED LANDING DISTANCE FROM 50 FT; FLAPS 40° PART B; 2000 FT**

| G.W. (LB) | OAT (°C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 46 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OAT (°F) | 32 | 41 | 50 | 59 | 68 | 77 | 86 | 95 | 104 | 113 | 114 |
| | MLW (LB) | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 |
| 35,450 | LFL | 3814 | 3871 | 3926 | 3982 | 4039 | 4093 | 4150 | 4206 | | | |
| | Vapp | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | | | |
| | Vref | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | | | |
| 35,000 | LFL | 3775 | 3831 | 3886 | 3941 | 3997 | 4052 | 4106 | 4162 | | | |
| | Vapp | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | | | |
| | Vref | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | | | |
| 34,000 | LFL | 3688 | 3743 | 3796 | 3850 | 3904 | 3957 | 4011 | 4065 | 4118 | | |
| | Vapp | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | | |
| | Vref | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | | |
| 33,000 | LFL | 3601 | 3653 | 3706 | 3759 | 3810 | 3863 | 3916 | 3967 | 4019 | 4072 | |
| | Vapp | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | |
| | Vref | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | |
| 32,000 | LFL | 3513 | 3565 | 3615 | 3666 | 3718 | 3767 | 3819 | 3870 | 3921 | 3970 | 3981 |
| | Vapp | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 |
| | Vref | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| 31,000 | LFL | 3426 | 3474 | 3525 | 3574 | 3623 | 3673 | 3723 | 3771 | 3821 | 3870 | 3880 |
| | Vapp | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 |
| | Vref | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| MLW 30,000 | LFL | 3337 | 3385 | 3434 | 3481 | 3530 | 3578 | 3625 | 3673 | 3721 | 3768 | 3778 |
| | Vapp | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 |
| | Vref | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| 29,000 | LFL | 3249 | 3296 | 3342 | 3389 | 3436 | 3481 | 3528 | 3575 | 3620 | 3667 | 3677 |
| | Vapp | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 |
| | Vref | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| 28,000 | LFL | 3160 | 3205 | 3250 | 3296 | 3340 | 3386 | 3431 | 3475 | 3521 | 3566 | 3575 |
| | Vapp | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 |
| | Vref | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| 27,000 | LFL | 3070 | 3115 | 3159 | 3202 | 3246 | 3290 | 3332 | 3376 | 3420 | 3462 | 3471 |
| | Vapp | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | Vref | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 |
| 26,000 | LFL | 2981 | 3022 | 3065 | 3108 | 3151 | 3192 | 3235 | 3277 | 3318 | 3360 | 3369 |
| | Vapp | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |

Figura 9 - Tabela de distância de pouso não fatorada, *flaps* 40º.
Fonte: adaptado de do AFM *Gulfstream* 200.

BACK
TOC Local
TOC Main

GULFSTREAM 200
AIRPLANE FLIGHT MANUAL

Section VII
Performance

**FIGURE 7-250. UNFACTORED LANDING DISTANCE FROM 50 FT; FLAPS 40° PART B; 3000 FT**

| G.W. (LB) | OAT (°C) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 44 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | OAT (°F) | 32 | 41 | 50 | 59 | 68 | 77 | 86 | 95 | 104 | 111 |
| | MLW (LB) | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 | 30000 |
| 35,450 | LFL | 3929 | 3988 | 4046 | 4103 | 4162 | 4219 | 4276 | | | |
| | Vapp | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | 162 | | | |
| | Vref | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | | | |
| 35,000 | LFL | 3890 | 3946 | 4004 | 4062 | 4118 | 4176 | 4233 | | | |
| | Vapp | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | 160 | | | |
| | Vref | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | 151 | | | |
| 34,000 | LFL | 3799 | 3856 | 3912 | 3967 | 4023 | 4078 | 4133 | 4189 | | |
| | Vapp | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | | |
| | Vref | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | | |
| 33,000 | LFL | 3710 | 3763 | 3818 | 3872 | 3925 | 3980 | 4034 | 4087 | 4142 | |
| | Vapp | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | 155 | |
| | Vref | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | |
| 32,000 | LFL | 3618 | 3672 | 3725 | 3776 | 3830 | 3883 | 3934 | 3987 | 4040 | 4081 |
| | Vapp | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 | 152 |
| | Vref | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 | 145 |
| 31,000 | LFL | 3528 | 3580 | 3630 | 3682 | 3733 | 3783 | 3835 | 3886 | 3936 | 3978 |
| | Vapp | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 |
| | Vref | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 | 142 |
| MLW 30,000 | LFL | 3437 | 3486 | 3536 | 3586 | 3635 | 3685 | 3735 | 3784 | 3834 | 3874 |
| | Vapp | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 | 147 |
| | Vref | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| 29,000 | LFL | 3345 | 3394 | 3442 | 3490 | 3538 | 3587 | 3634 | 3682 | 3731 | 3768 |
| | Vapp | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 | 144 |
| | Vref | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| 28,000 | LFL | 3253 | 3301 | 3347 | 3394 | 3441 | 3487 | 3534 | 3580 | 3626 | 3664 |
| | Vapp | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 | 141 |
| | Vref | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 | 135 |
| 27,000 | LFL | 3161 | 3206 | 3252 | 3297 | 3342 | 3387 | 3433 | 3477 | 3522 | 3559 |
| | Vapp | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 | 138 |
| | Vref | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 |

Figura 10 - Tabela de distância de pouso não fatorada, *flaps* 40º.
Fonte: adaptado de do AFM *Gulfstream* 200.

Valores não fatorados:

- $V_{APP}$ - 138 kt;
- $V_{REF}$ - 133 kt; e
- LFL - 3.338 ft (1.017 m).

Sobre a situação dos *flaps* para o pouso, a *Section III, Abnormal Procedures*, considerava que, qualquer configuração de pouso que não contemplasse os *slats*, *Krueger flaps* e *flaps* totalmente baixados (identificada como DN/DN/40) requeria procedimentos para determinar e corrigir os parâmetros de $V_{REF}$ e distância de pouso (Figura 11):

GULFSTREAM 200
AIRPLANE FLIGHT MANUAL

BACK
TOC Local
TOC Main

Section III
Abnormal Procedures

**LANDING WITH ABNORMAL SLAT, KRUEGER FLAP OR FLAP CONFIGURATIONS**

Use the following procedures to land aircraft with slat, Krueger flap or flap configurations other than DN/DN/40 if required during system malfunctions.

Figura 11 - *Section III, Abnormal Procedures.*
Fonte: adaptado do AFM *Gulfstream* 200.

Para aplicar as correções necessárias, a condição dos *flaps* deveria ser enquadrada de acordo com a tabela da Figura 12 abaixo. A condição de *flaps* de 20° até 39° era referenciada como 25/110/20 na *Table 1. Reference Configuration for $V_{REF}$ and Landing Distance Corretions*, da mesma seção do manual:

**Table 1. Reference Configuration for Vref and Landing Distance Corrections**

| Cockpit Indications | | | Reference Configuration |
|---|---|---|---|
| **Slats** | **Krueger** | **Flaps** | |
| Not DN | Not DN | 0 to 19 | 0/0/0 |
| Not DN | Not DN | 20 to 40* | 0/0/20 |
| DN | Not DN | 40 | 25/0/40 |
| DN | DN | 0 to 11 | 25/110/0 |
| DN | DN | 12 to 19 | 25/110/12 |
| DN | DN | 20 to 39 | 25/110/20 |
| If no indications | | | 0/0/0 |
| * Use only flaps 20 if slats and Krueger flaps are not DN, if able | | | |

(Continued)

III-52

CAAI APPROVED
8 Nov 2018

Figura 12 - *Table 1. Reference Configuration for $V_{REF}$ and Landing Distance Corretions*.
Fonte: adaptado do AFM *Gulfstream* 200.

A *Table 2. $V_{REF}$ and Landing Distance Corrections for Abnormal Configurations* trazia as seguintes correções para a condição de pouso com *flaps* entre 20° e 39° e 27.000 lb de peso (Figura 13):

**Table 2. Vref and Landing Distance Corrections for Abnormal Configurations.**

| Reference Configuration Slats/KF/Flaps | Landing Distance Correction | Gross Weight (1000 lb) Vref | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 30 | 29 | 28 | 27 | 26 | 25 | 24 | 23 | 22 |
| 0/0/0 | 100% | 194 | 192 | 188 | 184 | 182 | 178 | 174 | 170 | 166 |
| 0/0/20 | 50% | 172 | 168 | 166 | 162 | 160 | 156 | 154 | 150 | 146 |
| 25/0/40 | 15% | 148 | 146 | 142 | 140 | 138 | 134 | 132 | 130 | 126 |
| 25/110/0 | 35% | 157 | 154 | 151 | 148 | 145 | 142 | 139 | 136 | 134 |
| 25/110/12 | 25% | 147 | 145 | 141 | 139 | 136 | 133 | 130 | 128 | 125 |
| 25/110/20 | 25% | 142 | 140 | 138 | 134 | 131 | 129 | 126 | 123 | 120 |

**NOTE**

Shaded Vrefs exceed maximum tire speed
(Sea Level standard conditions, no wind)

Figura 13 - *Table 2. $V_{REF}$ and Landing Distance Corrections for Abnormal Configurations.*
Fonte: adaptado do AFM *Gulfstream* 200.

Aplicando essas correções aos valores anteriormente mencionados resultariam em:

- $V_{APP}$ - 138 kt;
- $V_{REF}$ - 134 kt; e
- LFL - 4.172 ft (1.271 m).

O EGPWS forneceu avisos aurais identificados nas gravações do CVR: "*Too Low Terrain*" e "*Too Low Flaps*", que foram acionados, aproximadamente, a 200 ft AGL e a 100 ft AGL, respectivamente.

A Figura 14, abaixo, traz um breve relato do modo de operação 4B do EGPWS, a fim de elucidar o motivo de os alarmes "*Too Low Terrain"* e "*Too Low Flaps"* terem soado na cabine de comando:

**Mode 4A**

Mode 4A is active during cruise and approach with gear not in landing configuration. Warnings for mode 4A activate the red **PULL UP** display on the PFD and the aural message "TOO LOW GEAR", or if airspeed is greater than 190 KIAS, "TOO LOW TERRAIN". These messages will only be repeated twice unless terrain clearance continues to decrease.

**Mode 4B**

Mode 4B is also active during cruise and approach, but with gear in landing configuration. Warnings for Mode 4B activate the red **PULL UP** display on the PFD and the message "TOO LOW FLAPS", or if airspeed is greater than 159 KIAS, "TOO LOW TERRAIN". These messages will only be repeated twice unless terrain clearance continues to decrease.

(Continued)

CAAI APPROVED
8 Mar 2006 VI-9-13

Figura 14 - Página VI-9-13, alertas de "*Too Low Terrain*" e "*Too Low Flaps*" do EGPWS.
Fonte: adaptado do Suplemento 9 do AFM *Gulfstream* 200.

## 1.19. Informações adicionais.

Conceito de aproximação estabilizada.

Segundo a Instrução Suplementar (IS) 91-003, Rev. A, de 02OUT2014 e válida à época desta ocorrência, a definição de "aproximação estabilizada'' era a seguinte:

> 5. DEFINIÇÕES
>
> 5.1 Esta Instrução Suplementar utiliza alguns termos e definições na língua inglesa por entender que os mesmos já são amplamente utilizados pela indústria e operadores.
>
> 5.2 No escopo desta IS são válidas todas as definições contidas RBAC 01, no RBHA 91 ou no RBAC que venha a substituí-lo.
>
> 5.3 Aproximação estabilizada. Aproximação efetuada de maneira controlada e apropriada em termos de configuração, energia e trajetória de voo a partir de uma altura pré-determinada até 50 pés acima da cabeceira ou o ponto onde a manobra do flare é iniciada.

A mesma IS trazia ainda, no item 15.3, o seguinte sobre o tema "aproximação estabilizada":

> 15. APROXIMAÇÕES ILS CAT I AR
>
> [...]
>
> 15.3 O conceito de aproximação estabilizada é amplamente utilizado pela indústria com o propósito de reduzir os riscos de acidente ou incidentes nas aproximações bem como reduzir a probabilidade de procedimentos de aproximação perdida quando a aeronave se encontra a baixa altura. O objetivo é ter a aeronave apropriadamente configurada, na velocidade e trajetória adequada para o pouso antes de um ponto predeterminado. Quando em condições de voo por instrumento, IMC, esta IS considera 1000 (mil) pés AGL a altura mínima para a estabilização da aproximação.

De acordo com a *Flight Safety Foundation*, para que uma aproximação seja considerada estabilizada, a aeronave deveria estar a, pelo menos, 1.000 ft AGL do aeroporto em IMC e 500 ft AGL do aeroporto em VMC e atender aos seguintes critérios:

- ✓ aeronave na rota de voo correta;
- ✓ apenas pequenas mudanças no rumo/inclinação necessárias para manter a trajetória de voo correta;
- ✓ velocidade indicada não superior a $V_{REF}$ + 20 kt e não inferior a $V_{REF}$;
- ✓ aeronave na configuração de pouso correta;
- ✓ razão de descida não superior a 1.000 pés/minuto; se uma aproximação requer uma taxa de afundamento maior que 1.000 pés/minuto, um *briefing* especial deve ser conduzido;
- ✓ o ajuste de potência apropriado para a configuração da aeronave e não abaixo da potência mínima para a aproximação conforme definido no manual de operação;
- ✓ todos os *briefings* e listas de verificação foram concluídos; e
- ✓ uma aproximação que se torne instável abaixo de 1.000 pés AGL do aeroporto em IMC ou 500 pés AGL do aeroporto em VMC requer uma arremetida imediata.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de treinamento local IFR com toque e arremetida, com dois pilotos e um tripulante extra a bordo.

De acordo com os dados levantados pela Comissão de Investigação, a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante e não havia condições técnicas pré-existentes que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

Apesar de ser um voo noturno de treinamento IFR, as condições meteorológicas estavam propícias ao voo visual.

Os pilotos estavam qualificados, e o voo tinha por objetivo compor o processo de revalidação da habilitação de tipo dos pilotos envolvidos no acidente.

O referido treinamento foi motivado pela Portaria n° 1.539/SPO que reconhecia procedimentos alternativos para a realização de treinamentos e exames previstos no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) n° 61, para revalidação de habilitações.

É importante ressaltar que, apesar de os pilotos possuírem um vínculo familiar, não foram identificadas evidencias que pudessem sustentar a tese de que essa relação tenha interferido no desempenho a bordo, levando-se em consideração o que foi levantado durante as entrevistas e de acordo com a declaração de um terceiro tripulante que estava a bordo.

As comunicações internas que foram gravadas corroboram essa constatação, uma vez que o tratamento entre os pilotos foi considerado, pela Comissão de Investigação, como profissional.

Desse modo, naquilo que dizia respeito às condições de aeronavegabilidade, condições meteorológicas ou qualificação dos tripulantes, não se evidenciaram quaisquer indicativos que pudessem ter afetado o desempenho operacional do voo.

O aeródromo era adequado para a operação daquele tipo de aeronave. O auxílio de aproximação por instrumentos disponível era do tipo LOC/DME para a pista 13 de SBBH. Esse tipo de auxílio fornecia apenas indicação de curso de aproximação para a cabeceira 13 e, de acordo com as informações complementares, constantes da ADC, a pista 13 dispunha de indicação visual de rampa de 3,8º, do tipo PAPI, mas não ficou evidenciado, nas declarações dos pilotos, se eles utilizaram as indicações desse auxílio visual.

Com base nos registros das comunicações entre a tripulação do PR-AUR e os órgãos de controle, foi constatado que não houve qualquer tipo de anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo.

De acordo com o levantado pela Comissão de Investigação, antes do embarque, os pilotos afirmaram terem realizado um *briefing* sobre a sequência das manobras que seriam efetuadas, conduziram os procedimentos preparativos para o voo e consultaram as informações meteorológicas disponíveis e as informações aeronáuticas oficiais.

Com relação às manobras planejadas para aquele treinamento, cumpre salientar que a Seção IV do AFM, que versava sobre os procedimentos normais, não contemplava procedimentos de arremetida no solo.

A sequência de ações para proceder a essa manobra foi estipulada pela tripulação. Não ficou claro em que momento os pilotos decidiram utilizar os *flaps* em 20° para o pouso, contrariando o que o AFM estipulava (40°).

Dessa forma, observou-se que, ao não encontrarem, no AFM, o procedimento de toque e arremetida, os tripulantes decidiram improvisar as ações para cumprir tal manobra.

Em consulta realizada junto ao fabricante, observou-se que não era recomendado realizar esse tipo de treinamento utilizando a aeronave. Também foi informado que não havia a previsão desse tipo de manobra utilizando simuladores de voo e que, se o operador assim o desejasse, deveria desenvolver um novo currículo de treinamento, em coordenação com o fabricante e de acordo com as regulamentações aplicáveis.

O fabricante ainda cita, em sua resposta à consulta do CENIPA, que a realização do toque e arremetida envolve muitas variáveis que aumentam a carga de trabalho dos tripulantes em uma fase crítica do voo e podem impactar o desempenho da tripulação.

Dessa forma, a Comissão de Investigação concluiu que a atitude de improvisação, associada ao aumento da carga de trabalho autoimposta pode ter acarretado a aplicação inadequada dos comandos de voo, caracterizada pela compensação do profundor da aeronave para o lado errado, o que pode ter inviabilizado a arremetida no solo e contribuído para a saída de pista do PR-AUR.

De acordo com os cálculos realizados pela Comissão de Investigação, a distância de pista requerida para realizar o pouso completo seria de 1.271 m para aquela condição de *flaps* (20º). Assim, considerando o comprimento da pista, ainda restariam cerca de 1.093 m disponíveis para a parada da aeronave. Todavia, é importante mencionar que, no cruzamento da cabeceira, a aeronave ainda estava empregando uma velocidade de 140 kt, ou seja, acima da $V_{REF}$ prevista, que era de 134 kt, para aquela configuração (ou 138 kt, considerando a informação do PIC).

Como se tratava de um voo com origem e destino na mesma localidade e os pilotos não estavam familiarizados com a realização do procedimento de toque e arremetida, houve pouco tempo para a execução de todos os cheques que estavam previstos, aumentando, consideravelmente, a carga de trabalho a bordo do PR-AUR, antes do início do procedimento LOC RWY 13.

Nesse contexto, concluiu-se que a preparação do voo não foi adequadamente executada, uma vez que o planejamento não alocou tempo suficiente para que os pilotos preparassem a aeronave para o retorno e a realização do procedimento, culminando em uma aproximação não estabilizada, o que contribuiu para o desfecho da ocorrência.

Instantes após ter recebido a autorização para subir e manter 8.000 ft, o PR-AUR foi autorizado prosseguir direto para a posição ERVIM, que era o IAF do procedimento LOC RWY 13 de SBBH.

O PM solicitou ao APP-BH autorização para a descida, a qual foi, inicialmente, autorizada para 7.000 ft. O PF iniciou a descida enquanto o PM se ocupava dos cheques previstos para antes do pouso.

Em seguida, o APP-BH autorizou a realização do procedimento de aproximação por instrumentos LOC RWY 13 de SBBH. Nesse momento, foram executados os itens da lista de verificações e a preparação da aeronave para a aproximação, com a observação do PM de que o avião poderia ficar “alto e veloz”.

A constatação de que houve pouco tempo para preparar a aeronave e de que eles estavam entrando em uma situação de final não estabilizada ficou evidenciada quando o PIC reportou ao órgão de controle que a aeronave estava estabilizada na final e com a pista à vista e, no entanto, foi necessário alertar o SIC para colocar a aeronave para descer sob risco de “não pousar”, o que levou o SIC a empregar uma maior razão de descida de aproximadamente 2.200 ft/min, ou seja, bem acima dos 750 ft/min previstos.

Nesse cenário de alta carga de trabalho, a pouca experiência do SIC contribuiu para uma aproximação fora dos parâmetros previstos de altura e velocidade para aquele momento do voo onde, mesmo sob orientações do PIC, a aeronave chegou atingiu a velocidade indicada de 181 kt com os manetes de potência totalmente reduzidos.

Pode-se considerar que, apesar de o PIC possuir cerca de 7.000 horas de voo totais e 200 na aeronave, ele também nunca havia realizado esse tipo de procedimento (toque e arremetida) utilizando esse modelo de avião, o que também contribuiu para a ocorrência.

As gravações registraram que, apesar da informação do PM ao PF de que a aeronave deveria manter a $V_{REF}$ de 138 kt (embora a Comissão tenha calculado ao valor de $V_{REF}$ de 134 kt), essa velocidade, praticamente, foi atingida instantes antes do pouso. Além disso, foram registrados diversos momentos em que a aeronave estava com uma alta razão de descida e com os manetes totalmente reduzidos durante a aproximação final.

Os manuais e as publicações aeronáuticas que tratavam do assunto (aproximação estabilizada) recomendavam que descontinuar a aproximação (arremeter) seria a decisão mais conservadora e apropriada para preservar a segurança do voo.

Portanto, a decisão de prosseguir a aproximação denotou que os pilotos tiveram dificuldades em reconhecer que estavam lidando com uma situação de aproximação não estabilizada e demonstrou uma baixa consciência situacional da tripulação sobre os riscos associados em continuar o pouso naquelas condições operacionais.

Essa atitude de aceitação dos erros cometidos na final do procedimento e a persistência na continuidade da aproximação, em condições marginais de segurança, refletiu também dificuldades na forma de pensar e agir de ambos os pilotos, levando a posturas inadequadas de complacência, improvisação e inobservância com os procedimentos operacionais, provavelmente por excesso de confiança.

De acordo ainda com o PIC, ao julgar que não haveria pista suficiente para completar a manobra de arremetida no solo, por conta da configuração incorreta da compensação, ele optou por abortar a decolagem e passou a auxiliar o SIC na aplicação dos comandos de voo na tentativa de parar a aeronave.

Todavia, não ficou claro, nas gravações, o momento exato em que o PIC optou por abortar a arremetida e nem qual dos pilotos atuava, efetivamente, nos comandos da aeronave. Foi observado que não houve uma comunicação clara e assertiva entre eles após o toque da aeronave na pista.

A sequência de eventos que se seguiu corrobora a conclusão de que havia pouca definição de tarefas a bordo. Somente quando a aeronave se encontrava no terço final da pista, com velocidade indicada de 114 kt, os manetes de potência foram colocados na posição MAX T/R e os freios passaram a ser aplicados com maior amplitude.

Isso denotou que a coordenação da cabine, principalmente nos momentos finais do voo, concorreu para a ineficiência dos recursos humanos durante aquela operação em virtude de um inadequado gerenciamento das tarefas afetas a cada tripulante e uma comunicação falha.

A Comissão de Investigação considerou, também, que a falha na comunicação contribuiu, ainda, para a falta de efetividade na atuação dos comandos (aplicação de freios e MAX T/R), a fim de parar a aeronave, contribuindo para a consequente saída pelo limite posterior da pista 13 de SBBH.

Com relação ao julgamento de pilotagem, observou-se que a tentativa de realizar a abortiva se deu após a aeronave ter atingido 147 kt, valor muito acima da velocidade de decisão de 112 kt, configurada no FMS, e sem pista suficiente para tanto.

Portanto, considerou-se que houve uma inadequada avaliação dos parâmetros relacionados à operação da aeronave que levaram a sua saída da pista.

# 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 G200 (que incluía o modelo *Gulfstream* 200) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas;

c) os pilotos estavam qualificados e realizavam treinamento de toque e arremetida pela primeira vez naquele tipo de aeronave;

d) o PIC possuía 7 mil horas totais de voo e 200 horas no tipo;

e) o SIC possuía 225 horas e 30 minutos totais de voo e 67 horas e 5 minutos no tipo;

f) os pilotos nunca haviam realizado a manobra de toque e arremetida com esse modelo de aeronave;

g) a aeronave estava com o Certificado de Verificação Aeronavegabilidade (CVA) válido;

h) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;

i) as escriturações das cadernetas de célula e motores estavam atualizadas;

j) as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo;

k) não foram identificadas anomalias ou falhas no funcionamento dos sistemas da aeronave que pudessem ter comprometido o controle e/ou sua operação;

l) não foi identificada qualquer anormalidade técnica de equipamentos de comunicação durante o voo;

m) a aeronave realizou uma aproximação final não estabilizada;

n) após o pouso, a aeronave foi compensada no sentido de picar, ao invés de cabrar;

o) houve uma tentativa de arremetida no solo com posterior abortiva de decolagem;

p) os manetes foram reduzidos, a fim de abortar a decolagem com uma velocidade indicada de 147 kt;

q) a aeronave excursionou pelo limite posterior da pista 13 de SBBH;

r) a aeronave teve danos substanciais; e

s) o PIC sofreu lesões leves, e o SIC e o tripulante extra saíram ilesos.

## 3.2. Fatores contribuintes.

- **Atitude - contribuiu.**

A contribuição da atitude para o resultado desta ocorrência pode ser encontrada em dois momentos distintos: ao se improvisar os procedimentos da arremetida e ao se persistir na continuidade da aproximação, em condições marginais de segurança o que refletiu dificuldades na forma de pensar e agir dos tripulantes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

A atuação pouco efetiva nos comandos de voo, durante a aproximação final e durante a tentativa de parar a aeronave após o pouso, bem como a aplicação do compensador do profundor para o lado contrário após o toque na pista denotaram inadequações no uso dos comandos que vieram a contribuir para a excursão de pista do PR-AUR.

- **Comunicação - contribuiu.**

Considerou-se que a ausência de uma comunicação clara e assertiva entre os pilotos, no momento em que foi decidido abortar a decolagem, e a indefinição sobre quem atuava nos comandos naquele momento contribuíram para a saída da aeronave pelo limite posterior da pista 13 de SBBH.

- **Coordenação de cabine - contribuiu.**

A falta de um gerenciamento adequado das tarefas realizadas pelos pilotos durante a arremetida no solo, momento crítico do voo, associado à falta de clareza na comunicação entre eles contribuíram para a condução inadequada da aeronave no solo e a sua consequente excursão de pista.

- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

Observou-se uma inadequada avaliação dos parâmetros relacionados à operação da aeronave, quando houve a tentativa de se abortar a decolagem, após o avião ter atingido 147 kt e sem a avaliação acerca do comprimento de pista restante para a viabilização da parada total dentro dos seus limites.

- **Planejamento do voo - contribuiu.**

Concluiu-se que a preparação do voo não foi adequadamente executada, uma vez que o planejamento não alocou tempo suficiente para que os pilotos preparassem a aeronave para o retorno e a realização do procedimento de descida, culminando em uma aproximação não estabilizada.

## 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não há.

## 5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em 24 de setembro de 2024.