

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-144/CENIPA/2019

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PT-LTJ
MODELO:	550
DATA:	14NOV2019



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-LTJ, modelo 550, ocorrido em 14NOV2019, classificado como “[USOS] Pouso aquém/além da pista | Pouso antes da pista”.

Durante o pouso no Aeródromo Barra Grande (SIRI), Maraú, BA, a aeronave realizou o toque antes da cabeceira 11, vindo a romper os trens de pouso principais e auxiliar. Na sequência, a aeronave se arrastou pela pista e saiu pela lateral esquerda.

A aeronave ficou destruída.

Um tripulante e quatro passageiros sofreram lesões fatais e um tripulante e quatro passageiros sofreram lesões graves.

Houve a designação de Representante Acreditado do *National Transportation Safety Board* (NTSB) - Estados Unidos, Estado de projeto 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.....	7
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.....	9
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	9
1.6. Informações acerca da aeronave.....	9
1.7. Informações meteorológicas.....	10
1.8. Auxílios à navegação.....	11
1.9. Comunicações.....	11
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	12
1.11. Gravadores de voo.....	13
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	14
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	17
1.13.1. Aspectos médicos.....	17
1.13.2. Informações ergonômicas.....	18
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	18
1.14. Informações acerca de fogo.....	19
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	20
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	20
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	20
1.18. Informações operacionais.....	21
1.19. Informações adicionais.....	26
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	32
2. ANÁLISE.....	32
3. CONCLUSÕES.....	37
3.1. Fatos.....	37
3.2. Fatores contribuintes.....	38
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	39
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	40

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AGL	<i>Above Ground Level</i> - Acima do Nível do Solo
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AP	<i>Automatic Pilot</i> - Piloto Automático
APP-IL	Controle de Aproximação de Ilhéus
ATC	<i>Air Traffic Control</i> - Controle de Tráfego Aéreo
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
COM	Certificado de Organização de Manutenção
CRM	<i>Crew Resource Management</i> - Gerenciamento de Recursos de Equipe (tripulação)
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> - Gravador de Voz da Cabine
EGPWS	<i>Enhanced Ground Proximity Warning System</i> - Sistema de Alerta de Proximidade ao Solo
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> - Transmissor de Localização de Emergência
GRAER-BA	Grupamento Aéreo da Polícia Militar da Bahia
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - Regras de Voo por Instrumentos
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo por Instrumentos
IOSA	<i>Iata Operational Safety Audits</i>
METAR	<i>Aviation Routine Weather Report</i> - Informe Meteorológico Aeronáutico Regular
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
P/N	<i>Part Number</i> - Número de Peça
PBZPA	Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PF	<i>Pilot Flying</i>
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PM	<i>Pilot Monitoring</i>
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
S/N	<i>Serial Number</i> - Número de Série

SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SBIL	Designativo de localidade - Aeródromo Jorge Amado, Ilhéus, BA
SBJD	Designativo de localidade - Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Andrade, Jundiaí, SP
SBSV	Designativo de localidade - Aeródromo Deputado Luís Eduardo Magalhães, Salvador, BA
SIGWX	<i>Significant Weather</i> - Tempo Significativo
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIRI	Designativo de localidade - Aeródromo Barra Grande, Maraú, BA
SOP	<i>Standard Operational Procedures</i> - Procedimentos Operacionais Padrão
SSXH	Designativo de localidade - Aeródromo Sócrates Mariani Bittencourt, Brumado, BA.
TAWS	<i>Terrain Avoidance and Warning System</i> - Sistema de Percepção e Alarme de Proximidade com o Solo
TLV	Tempo Limite de Vida
TMA-SP	<i>Terminal Control Area</i> - Área de Controle Terminal de São Paulo
TPP	Categoria de Registro de Aeronave de Serviço Aéreo Privado
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - Regras de Voo Visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - Condições de Voo Visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: 550 Matrícula: PT- LTJ Fabricante: Cessna Aircraft	Operador: Particular
Ocorrência	Data/hora: 14NOV2019 - 17:17 (UTC) Local: Aeródromo Barra Grande (SIRI) Lat. 13°54'22"S Long. 038°56'24"W Município - UF: Maraú - BA	Tipo(s): [USOS] Pouso aquém/além da pista Subtipo(s): Pouso antes da pista

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Comandante Rolim Adolfo Amaro (SBJD), Jundiá, SP, com destino ao Aeródromo Barra Grande (SIRI), Maraú, BA, por volta das 14h58min (UTC), a fim de realizar um voo privado, com dois pilotos e oito passageiros a bordo.

Ao chegar no aeródromo de destino, às 17h17min (UTC), a aeronave realizou um pouso aquém da pista 11, provocando a ruptura dos trens de pouso principais e auxiliar. O avião deslocou-se pela pista, arrastando a fuselagem inferior e o intradorso das asas, saindo pela lateral esquerda e parando com a proa defasada, aproximadamente, 210° em relação à trajetória do pouso.

Após, houve um incêndio que consumiu a maior parte da aeronave.

A aeronave ficou destruída (Figura 1).

Um tripulante e quatro passageiros sofreram lesões fatais e um tripulante e quatro passageiros sofreram lesões graves.



Figura 1 - Disposição dos destroços.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	1	4	-
Graves	1	4	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída.

1.4. Outros danos.

Uma placa de sinalização, localizada a, aproximadamente, 70 metros da cabeceira 11, teve danos na parte superior (Figura 2).



Figura 2 - Danos na placa de sinalização.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Discriminação	Horas Voadas	
	Piloto	Copiloto
Totais	8.000:00	350:00
Totais, nos últimos 30 dias	11:40	25:50
Totais, nas últimas 24 horas	01:00	01:00
Neste tipo de aeronave	2.500:00	25:50
Neste tipo, nos últimos 30 dias	03:40	25:50
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:00	01:00

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram fornecidas pelo comandante e as do copiloto foram obtidas no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI) da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

1.5.2. Formação.

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aero Clube de Pernambuco, em 1983.

O copiloto realizou o curso de PPR no Aero Clube de Pará de Minas, em 2016.

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

O piloto possuía licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e estava com as habilitações de aeronave tipo C550 e de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

O copiloto possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de aeronave tipo C550 e de IFRA válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O comandante estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo, porém o copiloto, apesar de estar qualificado, tinha pouca experiência no tipo da 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 550-0225, foi fabricada pela *Cessna Aircraft*, em 1981, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

Considerando a data da última Inspeção Anual de Manutenção (IAM), as cadernetas de célula e motores estavam com as escriturações atualizadas.

No entanto, tendo em vista que o diário de bordo foi consumido pelo fogo por ocasião do acidente, não foi possível levantar, com precisão, as horas voadas pela aeronave entre a data da última inspeção e a data do acidente.

As últimas inspeções da aeronave, dos tipos IAM/100 horas, foram realizadas, em 22MAI2019, pela organização de manutenção Construtora Nacional de Aviões Ltda. - CONAL, em Sorocaba, SP.

Na data da IAM, a aeronave contava com 6.978 horas e 10 minutos e 6.769 ciclos totais.

De acordo com o CA, a aeronave tinha capacidade para nove passageiros, foi certificada para operar com dois pilotos e apresentava a configuração interna de assentos conforme a Figura 3.

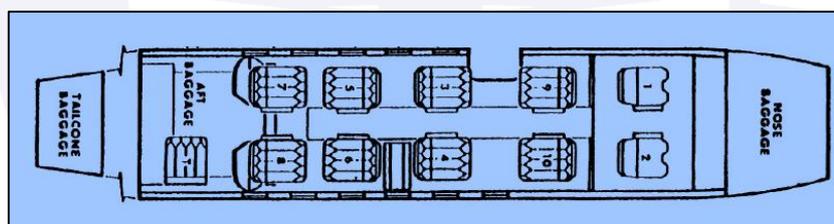


Figura 3 - Configuração interna da aeronave.
Fonte: Section 7-5 Crew and passenger seats and baggage.

Instrumentos e Equipamentos

- *Terrain Avoidance and Warning System* (TAWS) - Sistema de Percepção e Alarme de Proximidade com o Solo.

A aeronave era equipada com um *Garmin Avionics 430* e um *GNS500*, ambos com interface com o *Avidyne EX500*, com página dedicada TAWS e *Enhanced Ground Proximity Warning System* (EGPWS).

O equipamento recebia informações do *Global Positioning System* (GPS), de pressão barométrica não corrigida e de temperatura do ar externo, além de possuir uma base de dados de pistas, terrenos e obstáculos.

A emissão de alertas se baseava na comparação entre a trajetória e as informações do banco de dados do terreno, dos obstáculos e das pistas de pouso.

O equipamento também dispunha de um modo de proteção, o qual emitia o aviso “*Sink Rate*” para os casos de elevada razão de descida em comparação com a altitude. Para as situações mais críticas, era emitido o aviso “*Pull Up*”.

Para os casos em que fossem detectadas condições críticas em relação a terrenos e obstáculos à frente, a uma distância aproximada equivalente a um minuto de voo, o equipamento emitia os avisos “*Caution Terrain, Caution Terrain*” ou “*Caution Obstacle*”.

- *Emergency Locator Transmitter (ELT)*

A aeronave era equipada com um ELT, *Martec Serpe*, modelo *Artex C406-2*, *Part Number (P/N) S1821502-02*, *Serial Number (S/N) 2620552-0047*, tendo sido inspecionado na última IAM, realizada em 22MAIO2019, na oficina CONAL. A bateria do ELT se encontrava válida até fevereiro de 2022, conforme registro do dia 04DEZ2015, constante na caderneta de célula da aeronave.

1.7. Informações meteorológicas.

O Aeródromo de Barra Grande (SIRI) não dispunha de serviço de meteorologia.

O Parecer Meteorológico emitido pelo Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica descreveu as condições meteorológicas observadas na área do acidente, destacada no mapa da figura abaixo com um quadrado verde.

A imagem de satélite realçada das 17h00min (UTC), do dia 14NOV2019, disponibilizada pela Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), mostra que, sobre a região do acidente, não havia nebulosidade com desenvolvimento vertical e que a nebulosidade associada à região do estudo correspondia a *cumulus humilis*, ou seja, nebulosidade com pouco desenvolvimento vertical e característica de tempo bom (Figura 4).

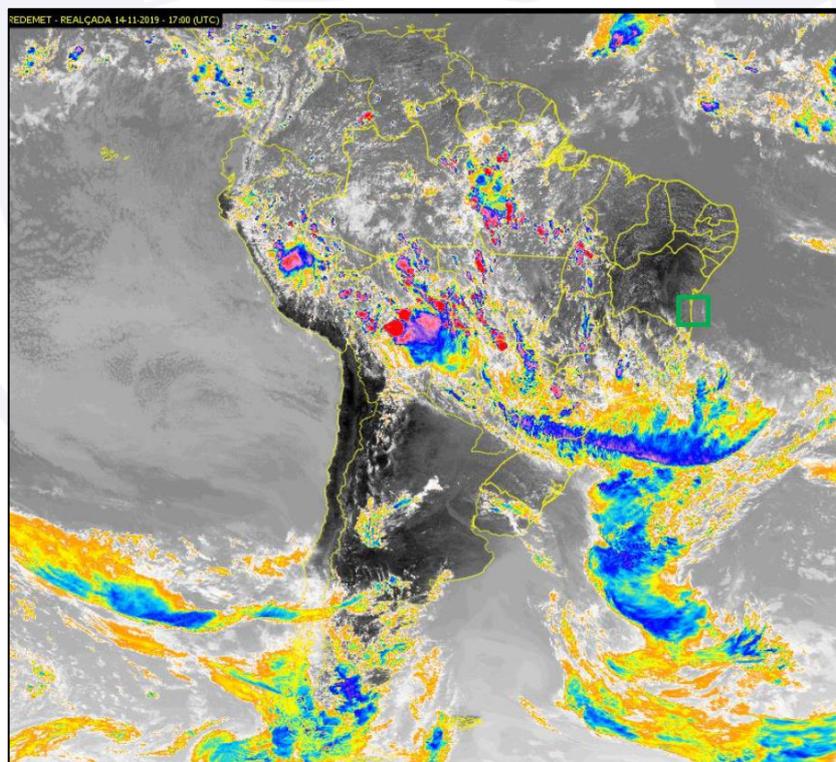


Figura 4 - Imagem satélite realçada, do dia 14NOV2019, às 17h00min UTC.

Baseado na posição da biruta do aeródromo, estimou-se que a velocidade do vento, no momento do acidente, era de 06kt e a direção de 070° (Figura 5).



Figura 5 - Biruta indicando a condição do vento no momento do acidente.

Diante das condições observadas e previstas, constatou-se que não havia área de instabilidade e condições adversas que tivessem comprometido as operações aéreas na região do acidente.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

De acordo com as transcrições das gravações, verificou-se que os pilotos mantiveram contato rádio integral 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 PT-LTJ e os órgãos de controle de tráfego aéreo foram realizadas de maneira coordenada e clara, sem que houvesse algo significativo a ser relatado.

Durante a descida, o PT-LTJ iniciou a comunicação com o Controle de Aproximação de Ilhéus (APP-IL), informando que havia cruzado o FL 160.

O APP-IL informou que o vento em SBIL era de 100º (direção), com 11kt (intensidade) e o ajuste do altímetro era de 1.012hPa. Solicitou que a aeronave descesse para o FL 080 e que reportasse ao atingir aquele nível ou para modificação das regras de voo (IFR para VFR). Solicitou, ainda, a hora estimada para o pouso.

O PT-LTJ informou que o pouso ocorreria nos próximos oito minutos, solicitando, logo em seguida, o “cancelamento” das regras de voo IFR.

Ao ser informado que o PT-LTJ cruzava o FL 100, o APP-IL comunicou que o plano de voo estava modificado e instruiu para que a aeronave descesse para a altitude de tráfego, confirmando que o ajuste do altímetro era de 1.012hPa.

Logo após ser cotejada a mensagem pelo PT-LTJ, o APP-IL solicitou que a aeronave reportasse ao passar 4.000ft, acrescentando que em caso de falha nas comunicações, após cruzar aquela altitude, realizasse uma chamada na frequência livre 123.45MHz e que o piloto ficasse atento para as aeronaves (informadas anteriormente) que decolariam do aeródromo de destino (SIRI).

O PT-LTJ informou que havia coordenado com as aeronaves no solo.

O APP-IL solicitou que o PT-LTJ prosseguisse na frequência livre (123.45MHz) após ser informado que a referida aeronave havia cruzado quatro mil pés.

O PT-LTJ finalizou a comunicação confirmando que permaneceria na escuta da frequência livre.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O Aeródromo de Barra Grande (SIRI) era privado, operava sob as regras de voo visual (VFR), em período diurno.

A pista situava-se no nível do mar, era de concreto, com cabeceiras 11/29, possuía 1.200 metros de comprimento e 23 metros de largura. A cabeceira 11 era, normalmente, a mais utilizada para pousos.

O indicador de direção do vento (biruta) encontrava-se em local visível, próximo à cabeceira 11.

O aeródromo não era equipado com sistema visual indicador de rampa de aproximação. O RBAC 154, de 12SET2019, que dispunha sobre Projeto de Aeródromos, estabelecia que os sistemas visuais indicadores de rampa e aproximação teriam a sua aplicação compulsória somente para aeródromos públicos.

No momento do acidente, o aeródromo encontrava-se aberto para a circulação aérea e a pista estava desobstruída e seca.

Com relação à infraestrutura de SIRI, foram levantadas informações operacionais que, em 19MAIO2020, o Diário Oficial da União publicou a Portaria ICA Nº 154/SAGA, de 21ABR2020, que versava sobre o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) para o Aeródromo de Barra Grande, constando na respectiva Ficha Informativa de Aeródromos as suas novas características, dentre as quais, destacavam-se o comprimento de 1.400m, a largura de 30m, o comprimento da faixa de pista de 1.520,01m e a largura da faixa de pista de 80m, além disso, também informava sobre a possibilidade de operações diurnas e noturnas.

A utilização de critérios estabelecidos no RBAC 154 a serem adotados nos projetos para aeródromos privados ficava a cargo do interessado ou seu responsável técnico, uma vez que sua aplicação não era compulsória. Cumpre ressaltar que não existiam requisitos de projetos vigentes para aeródromos privados, uma vez que o RBAC 154 aplicava-se, obrigatoriamente, a aeródromos públicos.

A Resolução ANAC Nº 158, de 13JUL2010, que dispunha sobre a autorização prévia para a construção de aeródromos e seu cadastramento junto à ANAC, dizia que:

...

Art 12. O cadastramento, ou sua atualização, dar-se-á mediante pedido do interessado.

§1º Constitui atualização da inscrição no cadastro:

I - Alteração de dado ou informação sobre característica física ou operacional anteriormente inscrito;

II - Exclusão, com cancelamento dos efeitos do ato administrativo que autorizou o cadastramento;

...

§7º Os operadores de aeródromos certificados pedirão alteração de característica física ou operacional por meio do procedimento previsto no RBAC 139, sendo dispensados de realizar o procedimento previsto no § 1º, inciso I, deste artigo. (Incluído pela Resolução nº484, de 26.07.2018).

Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/informacoes-adicionais> (acesso em 08SET2020).

Sobre Desenhos Técnicos (Plantas e Projetos), em Aeródromos Privados, constava em informe no site da ANAC, de 12MAR2016:

Os desenhos técnicos não são exigidos para instrução do processo de autorização de construção de aeródromo. A Resolução ANAC Nº 158, de 13 de julho de 2010, estabelece sua obrigatoriedade somente para os casos previstos no parágrafo 3º do art. 12, o que ocorre somente no cadastramento do aeródromo. Desta forma, para aeródromos privados sem previsão de voos regulares, esta Agência não analisa os projetos de sua infraestrutura, sendo responsabilidade do engenheiro responsável pelo projeto e do proprietário do aeródromo.

Cumprе ressaltar que não existem requisitos de projeto vigentes para aeródromos privados, uma vez que o RBAC 154 aplica-se, obrigatoriamente, somente a aeródromos públicos. A utilização dos critérios desse Regulamento em projetos de aeródromos privados fica a cargo do interessado ou seu responsável técnico, uma vez que sua aplicação, reforçando, não é compulsória.

Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/informacoes-adicionais/desenhos-tecnicos-plantas-e-projetos> (acesso em 08SET2020).

O aeródromo privado SIRI teve sua inscrição renovada no cadastro de aeródromos da ANAC, por meio da Portaria nº 3.610/SIA, em 07DEZ2020. A partir de então, as dimensões da pista foram alteradas de 1.200m X 23m para 1.400m X 30m e o tipo de operação alterada de diurna para diurna/noturna, conforme pode ser verificado pelo processo ANAC nº 00065.040672/2020-55 no site da ANAC.

1.11. Gravadores de voo.

De acordo com a seção 91.609, do Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) 91, que dispunha sobre Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis, a instalação de *Cockpit Voice Recorder* (CVR) era requerida para aeronaves multimotoras, com motores a turbina, que possuíssem uma configuração aprovada para passageiros com seis ou mais assentos e para as quais fossem requeridos dois pilotos pelos requisitos de homologação ou por uma regra operacional.

O RBHA 91, vigente à época, que dispunha sobre Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis, estabelecia:

91.609 Gravadores de dados de voo e de voz na cabine

...

[(c)] Nenhuma pessoa pode operar uma aeronave civil registrada no Brasil, multimotora, com motores a turbina, tendo uma configuração máxima para passageiros, excluindo qualquer assento para pilotos, com 10 ou mais assentos e que tenha sido construída após 11 de outubro de 1991, a menos que a aeronave seja equipada com um ou mais gravadores de dados de voo aprovado, que utilizem técnicas digitais para gravar e conservar a gravação, capazes de gravar os dados especificados no apêndice E (no caso de aviões) ou no apêndice F deste regulamento (no caso de aeronaves de asas rotativas), dentro das faixas, precisão e intervalos de gravação especificados, e conservá-los durante não menos de 8 horas de operação da aeronave.

...

[(e)] A menos que de outra forma autorizado pelo DAC, após 31 de dezembro de 2001 nenhuma pessoa pode operar uma aeronave civil registrada no Brasil, multimotora, com motores a turbina, possuindo uma configuração máxima para passageiros com 6 ou mais assentos e para a qual são requeridos 2 pilotos pelos requisitos de homologação ou por uma regra operacional, a menos que ela seja equipada com um gravador de voz aprovado na cabine dos pilotos que:

(1) seja instalado de acordo com o RBHA 23 (parágrafos 23.1457(a)(1) e (2), (b), (c), (d), (e), (f) e (g)), com o RBHA 25 (parágrafos 25.1457(a) (1) e (2), (b), (c), (d), (e), (f) e (g)), com o RBHA 27 (parágrafos 27.1457(a)(1) e (2), (b), (c), (d), (e), (f) e

(g)), ou com o RBHA 29 (parágrafos 29.1457(a)(1) e (2), (b), (c), (d), (e), (f) e (g)), como aplicável; e

(2) seja operado continuamente desde o momento em que a aeronave for energizada antes do voo até o momento em que a aeronave for desenergizada após o voo, conforme previsto na lista de verificações.

...

Assim sendo, a instalação do CVR na aeronave acidentada era obrigatória, porém gravadores de dados de voo não.

A aeronave era equipada com um CVR, modelo AR30B, fabricado pela *Allied Signal*, (Figura 6) e permitia um tempo de gravação de 30 minutos.



Figura 6 - *Cockpit Voice Recorder* que equipava a aeronave.

Sua bateria foi instalada em setembro de 2014, com um Tempo Limite de Vida (TLV) de seis anos.

Na documentação da aeronave não havia registro de mau funcionamento do CVR.

Durante a investigação no local do acidente, o CVR foi recolhido dos destroços e enviado ao Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo do CENIPA, para a realização de leituras das comunicações estabelecidas pelos pilotos na cabine de comando da aeronave.

Todavia, após serem baixados os dados, constatou-se que o áudio existente não correspondia ao do voo do acidente.

Não foi possível determinar se o equipamento encontrava-se inoperante no momento da decolagem.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

Na curta final para SIRI, a aeronave tocou em uma placa de sinalização, localizada antes da cabeceira da pista e bateu em um barranco 21 metros à frente (Figuras 7 e 8).



Figura 7 - Placa de sinalização danificada e local do primeiro impacto da aeronave no solo.



Figura 8 - Local do primeiro impacto no solo.

Em consequência do impacto com o barranco, houve a ruptura dos trens de pouso, principais e auxiliar, bem como das suas respectivas portas e cilindros atuadores (Figuras 9,10 e 11).



Figura 9 - Trem de pouso principal direito com o cilindro atuador.



Figura 10 - Trem de pouso esquerdo com o cilindro atuador.

Com a quebra do trem auxiliar, a roda foi arremessada à direita, parando fora da cerca de isolamento do aeródromo a, aproximadamente, 250 metros de distância (Figura 11).



Figura 11 - Roda do trem de pouso auxiliar.

Após o primeiro impacto com o terreno, a aeronave subiu e ultrapassou o barranco. Ao cruzar a cabeceira 11, o piloto comandou o toque da aeronave na pista de pouso, o que ocorreu 47 metros à frente (Figuras 12 e 13).



Figura 12 - Segundo ponto de impacto.

A aeronave arrastou-se por 147 metros, incendiando-se. Durante esse deslocamento, deixou um rastro de fogo, girou pela esquerda, saindo da pista pela lateral esquerda (Figura 13), parando com a proa defasada, aproximadamente, 210° da trajetória do pouso (Figura 14).



Figura 13 - Marcas na pista indicando os locais de impacto e de arrasto da aeronave.

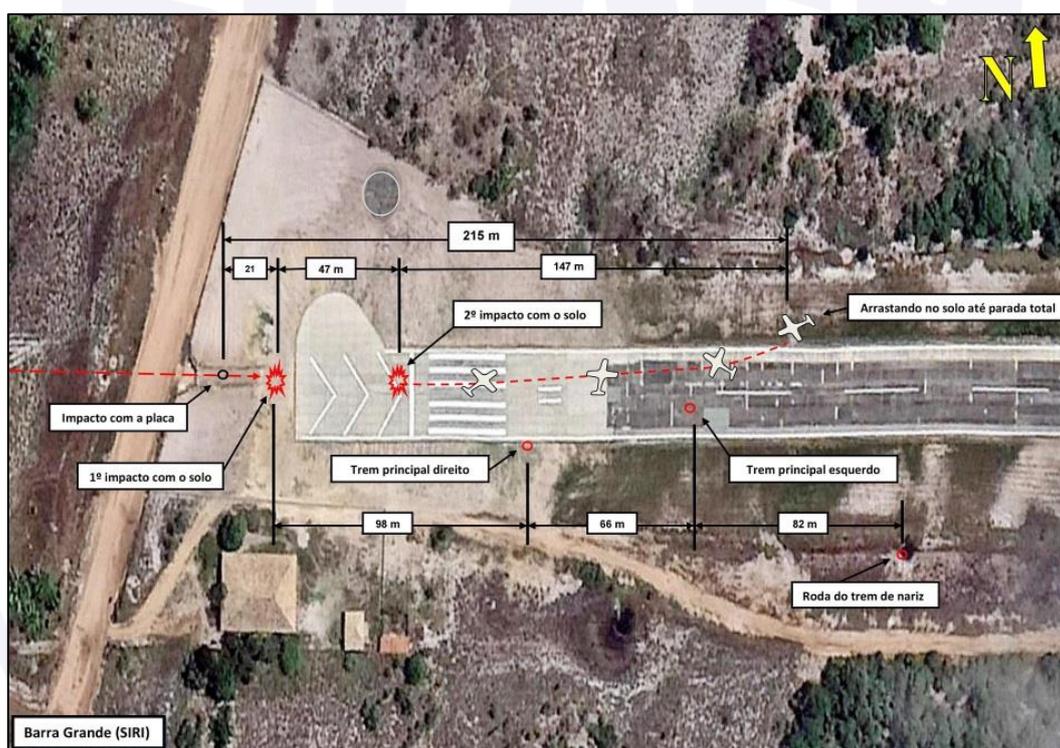


Figura 14 - Croqui do acidente.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Tratava-se de profissional experiente, com cerca de trinta e seis anos de formação como piloto, dos quais vinte e cinco atuando como Piloto de Linha Aérea (PLA).

O comandante tinha 66 anos de idade, a sua última inspeção de saúde foi realizada em clínica médica credenciada pela ANAC e encontrava-se válida até 17MAIO2020.

De acordo com o resultado da referida inspeção, o comandante se encontrava apto para o exercício da atividade aérea, com observação para uso de lentes corretoras.

Ele fazia uso regular de alguns medicamentos e de complexo vitamínico.

Não foram realizados exames toxicológicos após o acidente.

A análise das fichas que subsidiavam as duas últimas inspeções de saúde indicou uma progressiva perda auditiva bilateral, tendo sido observado, no intervalo de seis meses,

perda em mais de uma frequência nos dois ouvidos, inclusive com perda limítrofe de 35dB na frequência 2.000hz (500hz / 2.000hz - faixa considerada crítica para a aviação, na qual é permitida a perda máxima de 35dB, de acordo com a seção 67.101 do RBHA 67).

O RBHA 67, que dispunha sobre requisitos para concessão de certificados médicos aeronáuticos, cadastro e credenciamento de médicos, credenciamento de clínicas e convênio com entidades públicas, estabelecia:

67.101 Requisitos auditivos

(a) À exceção do exposto pelo parágrafo (b) desta seção, o candidato submetido a uma prova com audiômetro de tom puro não pode ter uma deficiência de percepção auditiva, em cada ouvido separadamente, maior do que 35dB em nenhuma das três frequências de 500, 1.000 e 2.000hz, nem maior do que 50dB na frequência de 3.000hz. Este exame deve ser realizado em todos os candidatos à obtenção de um CMA, pelo menos uma vez a cada 5 anos nos candidatos à revalidação abaixo dos 40 anos, e pelo menos uma vez a cada 2 anos nos candidatos à revalidação com 40 anos ou mais.

Não se identificou, nas fichas correspondentes às inspeções de saúde analisadas, qualquer recomendação sobre o acompanhamento e monitoramento médico em relação às perdas auditivas do comandante.

Durante a entrevista, o comandante classificou a sua rotina de trabalho como tranquila, afirmando que não possuía vínculo empregatício com qualquer empresa e que voava apenas para alguns amigos ou oficinas de aviação, com baixa frequência semanal.

Na véspera do acidente, realizou apenas um voo de manutenção da aeronave e alegou ter dormido de forma satisfatória e ter se alimentado com comidas leves, tanto no jantar da noite anterior, como na manhã do dia da ocorrência.

Relatou que não conhecia a pista de pouso de Barra Grande e que analisou as condições do aeródromo, na véspera do acidente, por meio do aplicativo *google maps*. Ao sobrevoá-la, momentos antes do acidente, afirmou que teve certa estranheza em relação à geografia do terreno, principalmente, pela existência de dunas nas proximidades do aeródromo, bem como pela dupla coloração da pista de pouso, ora asfalto, ora concreto.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Conforme as informações coletadas, antes da proposta do voo com a aeronave PT-LTJ, o comandante havia trabalhado por dezessete anos em uma empresa em que realizava voos de demonstração.

Conforme relato de pessoas de seu convívio profissional, o comandante foi descrito como uma pessoa tranquila, de fácil convívio, dedicado e realizado profissionalmente.

Ainda segundo o relato do próprio comandante, não havia vínculo empregatício entre ele e o proprietário da aeronave.

Em relação ao voo que originou a ocorrência, afirmou que foi consultado por um amigo, que também era piloto, quanto à possibilidade de realizá-lo.

Reportou que, no dia da ocorrência, estava tranquilo e confiante, pois possuía experiência na aeronave.

De acordo com os dados obtidos, o copiloto também não possuía vínculo empregatício com o proprietário da aeronave.

Segundo os relatos, o copiloto era disciplinado, criterioso e habilidoso. Foi reportado ao comandante que o copiloto era considerado um profissional de iniciativa e liderança.

A tripulação já havia realizado outro voo anteriormente, cerca de trinta dias antes do acidente, com duração aproximada de duas horas. Segundo o comandante, naquela ocasião, não foi possível avaliar adequadamente o desempenho daquele tripulante, pois o voo lhe exigiu elevada carga de trabalho, uma vez que se tratou de um voo curto, em período noturno, com mudança de regras de IFR para VFR, nos corredores da Área de Controle Terminal de São Paulo (TMA-SP).

Segundo as informações levantadas, o copiloto foi acionado para o voo após entendimentos entre o comandante e o proprietário da aeronave, que realizaram as tratativas em relação ao voo.

Segundo o relato do comandante, o voo havia transcorrido sem anormalidades. Entretanto, reportou que durante a aproximação final, o copiloto não havia verbalizado os *callouts* de forma adequada, principalmente as velocidades.

Como o comandante não possuía um maior conhecimento sobre a parte profissional do copiloto, pois os dois haviam realizado apenas um voo juntos, ele passou a checar os procedimentos de *checklist* executados pelo copiloto, certificando-se da correta realização daquelas tarefas.

O comandante recordou que o último item observado foi relativo ao trem de pouso, quando confirmou que se encontrava com a alavanca de comando na posição “baixado” e as três luzes verdes acesas.

Em seguida, ao olhar para frente e perceber que a aeronave se encontrava muito abaixo do ideal e bem próxima da cabeceira 11, aplicou potência máxima nos motores e cabrou, na tentativa de corrigir a rampa da aeronave.

Apesar dessa tentativa de correção, a aeronave colidiu contra um barranco existente na cabeceira da pista quando os motores iniciavam a aceleração.

1.14. Informações acerca de fogo.

O fogo iniciou-se imediatamente após o contato da aeronave com a pista de pouso.

O material de combustão foi o combustível da aeronave e a fonte de ignição originou-se em decorrência do forte atrito com o solo.

Após o impacto com o solo, os tanques das asas se romperam, formando uma trilha de combustível sobre a pista de pouso. O fogo seguiu a trilha de combustível até atingir a aeronave no seu local de parada (Figura 15).



Figura 15 - Sítio do acidente visto à distância.

Não havia serviço de contraincêndio no aeródromo, tampouco nas proximidades de Maraú. As estruturas de apoio mais próximas eram do Corpo de Bombeiros Militar, sediadas na cidade de Ilhéus, distante cerca de 160km.

Houve uma tentativa de combate ao fogo com os recursos disponíveis no aeródromo, cinco extintores de incêndio do tipo ABC de 12kg, por um funcionário da administração do aeródromo e por populares que se encontravam nas proximidades.

Em virtude da rápida propagação do fogo, os ocupantes da aeronave sofreram lesões por queimadura, que variaram de graves a fatais.

A situação agravou-se pelo fato de a aeronave estar abastecida com cerca de 1.800lb (1.020 litros) de combustível no momento do acidente.

O incêndio alastrou-se pela vegetação rasteira no entorno dos destroços da aeronave.

A aeronave foi destruída pelo fogo (Figura 16).



Figura 16 - Aeronave destruída e extensão das chamas.

O RBAC 153, que dispunha sobre aeródromos, operação, manutenção e resposta à emergência, estabelecia que os requisitos previstos nesse regulamento eram de cumprimento obrigatório apenas pelos operadores de aeródromos que atuavam em aeródromo civil público brasileiro, compartilhado ou não.

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

Uma das passageiras não conseguiu sair da aeronave que se encontrava em chamas, vindo a falecer no local.

Após o abandono da aeronave, os sobreviventes foram transportados em automóveis particulares para um posto de saúde do município de Maraú, onde permaneceram por, aproximadamente, duas horas.

Com a chegada das aeronaves do Grupamento Aéreo da Polícia Militar da Bahia (GRAER-BA), as vítimas retornaram para o aeródromo (SIRI) nos mesmos automóveis particulares, de onde houve a remoção para o Hospital Geral do Estado e para o Hospital do Subúrbio, localizados em Salvador.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Nada a relatar.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

1.18. Informações operacionais.

O voo teve origem em SBJD, que tinha pista asfaltada de 1.400m de comprimento e 30m de largura, sendo considerado como base de operações da aeronave.

Segundo o comandante envolvido no acidente, o voo teve como objetivo a demonstração da aeronave para venda, uma vez que o respectivo proprietário havia adquirido outro avião turbojato.

Não havia vínculo empregatício entre os pilotos e o proprietário/operador da aeronave.

Durante os preparativos para a realização do voo, na manhã de 14NOV2019, dia do acidente, a aeronave foi reabastecida com 4.178lb (1.896kg) de combustível (JET A1), totalizando 4.700lb (2.132kg) de querosene de aviação nos tanques.

O plano apresentado previa a decolagem de SBJD, às 14h30min (UTC), com quatro horas de autonomia, sob as regras de voo visual (VFR), até o bloqueio de BGC (VOR de Bragança Paulista), na TMA - SP.

A partir de BGC, ascenderia para o nível de voo 330 (FL 330), sob as regras de voo por instrumentos (IFR), permanecendo nesse nível até o fixo MUMA. A partir do referido fixo, a aeronave iniciaria a descida para o nível 075 (FL 075), sob regras de voo visual, voando direto para Marau (SIRI).

Antes da decolagem, os pilotos tomaram conhecimento das condições meteorológicas presentes na região dos aeródromos de destino e de alternativa, bem como da rota.

Na rota, o tempo era bom e o aeródromo de destino encontrava-se em condições visuais.

Havia autorização do operador do aeródromo para a operação do PT-LTJ.

O voo em rota transcorreu sem anormalidades. Os equipamentos e sistemas, incluindo o grupo motopropulsor, encontravam-se operacionais, permitindo o desempenho adequado da aeronave em todas as fases do voo.

O tempo de voo foi estimado em duas horas e trinta minutos, tendo o Aeródromo Deputado Luís Eduardo Magalhães (SBSV), Salvador, BA, como alternativa.

O comandante da aeronave reportou que nunca havia operado no Aeródromo Barra Grande, tendo utilizado o aplicativo *Google Maps* para realizar um reconhecimento do aeródromo durante os preparativos para o voo.

O comandante da aeronave exercia função de *Pilot Flying* (PF) e o copiloto a de *Pilot Monitoring* (PM).

Conforme relato, o TAWS foi “silenciado” na aproximação final pelo PF, uma vez que, apesar do *data bank* dos equipamentos *Avidyne* e *Garmin 400* instalados na aeronave estarem atualizados, eles não continham informações relativas ao Aeródromo de Barra Grande.

Durante a descida, o PT-LTJ iniciou a comunicação com o APP-IL, informando que havia cruzado o FL 160.

O APP-IL solicitou que a aeronave descesse para o FL 080.

Ao ser informado que o PT-LTJ cruzava o FL 100, o APP-IL comunicou que o plano de voo estava modificado e instruiu para que a aeronave descesse para a altitude de tráfego.

Segundo o comandante, antes da realização do *descent check*, foram comentados os procedimentos que deveriam ser adotados durante a aproximação e o pouso, conforme as

técnicas de *Crew Resource Management* (CRM), incluindo as condições da pista e os aspectos da arremetida, tais como: potência, configurações de trem de pouso, flapes e *speed breaks*.

A aeronave cruzou o aeródromo na altitude de tráfego, 1.500ft de altura.

O piloto automático (AP) foi desengajado no cruzamento do aeródromo, quando a aeronave desenvolvia, aproximadamente, 170 KIAS.

Por volta de 160 KIAS, ela ingressou na perna do vento, que se estendeu até uma distância de, aproximadamente, 4,5 NM além da cabeceira, com redução da velocidade para 155/145KIAS.

O comandante relatou que na perna do vento tirou duas fotografias da pista e do aeródromo com seu celular.

Antes da curva base, foi solicitado ao PM o baixamento dos flapes a 15° e, ao iniciá-la, o PF pediu que o trem de pouso fosse baixado, o que se seguiu da confirmação das três luzes verdes acesas.

Finalizando a curva base e iniciando a reta final, a aeronave se encontrava, aproximadamente, com 145 KIAS.

Ao ingressar na reta final longa, por volta de 1.200ft de altura, foi solicitado ao PM o baixamento dos flapes a 40° (*full*) e o cheque *before landing checklist*, tendo sido mantido um regime de potência dos motores de 55% de N1 e velocidade de 136 KIAS, estando a aeronave alinhada com a pista a cerca de 3,5 NM da cabeceira 11 do aeródromo (SIRI).

Ao cruzar 1.000ft AGL, segundo o relato inicial do comandante e, com velocidade aproximada de 126 KIAS, o PF comandou os manetes de potência para a posição *Idle* (potência mínima), pois percebeu que a aeronave se encontrava acima da rampa ideal (Figura 17).

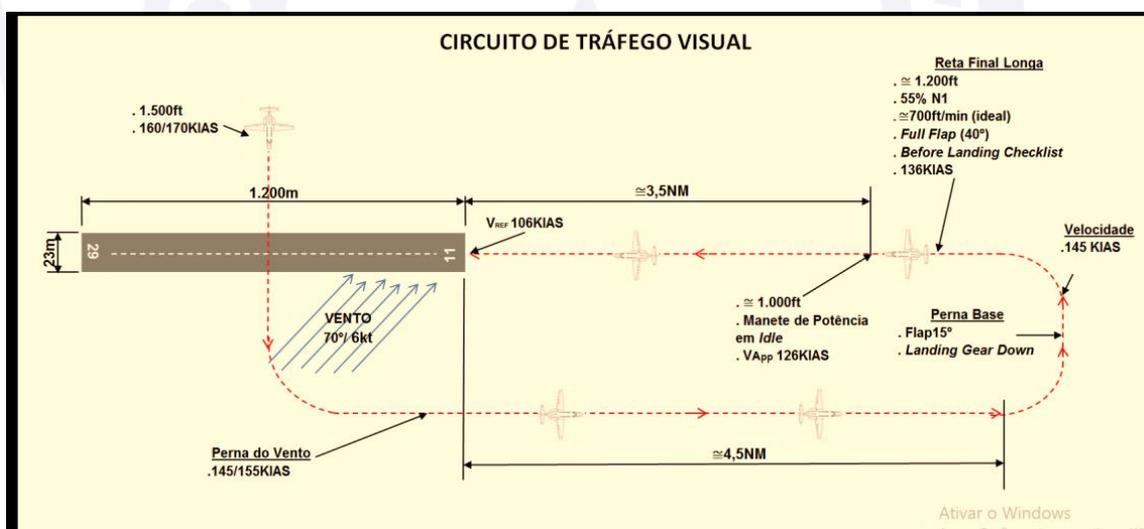


Figura 17 - Perfil do circuito de tráfego de acordo com a declaração inicial do comandante.

Em um segundo momento, no transcorrer da investigação, o piloto declarou que os manetes foram reduzidos a *Idle* e retornaram a 50% de N1 na rampa estabilizada durante a aproximação final.

O comandante ainda relatou que, na “curta final”, a menos de 1/4 de milha da cabeceira, sentiu que a aeronave estava perdendo sustentação, sem alarme aural de *stall*, e que tal percepção foi acompanhada pela seguinte verbalização do PM: “Cento e seis nós! Arremete”.

Segundo o comandante, naquele voo, o PM verbalizava os *callouts* em um volume baixo de voz, notadamente no tráfego visual, a ponto de ser solicitada a repetição de alguns itens de *checklist*, bem como a verbalização das velocidades com uma intensidade de voz mais alta, uma vez que os pilotos se encontravam sem os *head phones*.

Diante disso, ele iniciou a conferência da execução dos procedimentos de *checklist* a cargo do PM, voltando suas atenções para o interior do *cockpit*, concomitantemente com a pilotagem da aeronave.

O último item observado foi o trem de pouso, sendo constatado, por meio das três luzes verdes acesas, que este se encontrava na posição baixado e travado.

Em seguida, o PF voltou a olhar para frente, assustando-se com o fato de a aeronave se encontrar muito abaixo da rampa ideal e bem próxima da cabeceira 11.

De imediato, aplicou a potência máxima nos motores (*full power*) e cabrou (*pitch up*) a aeronave, apesar disso, devido ao retardo da aceleração dos motores, o PF não percebeu a reação (aceleração) da aeronave. Logo após, ela colidiu contra uma placa de sinalização e, em seguida, no barranco próximo a cabeceira 11, havendo o colapso dos trens de pouso, principais e auxiliar.

Em seguida, o PF reduziu a potência dos motores para *Idle* e comandou o *speed break on*, forçando o toque da aeronave na pista.

A decisão por interromper a arremetida ocorreu após a desconfiança do PF sobre a gravidade do impacto da aeronave contra o barranco, e dos possíveis danos causados aos trens de pouso.

O perfil da curta final e a tentativa de arremetida, com base no relato do comandante, está descrito na Figura 18.

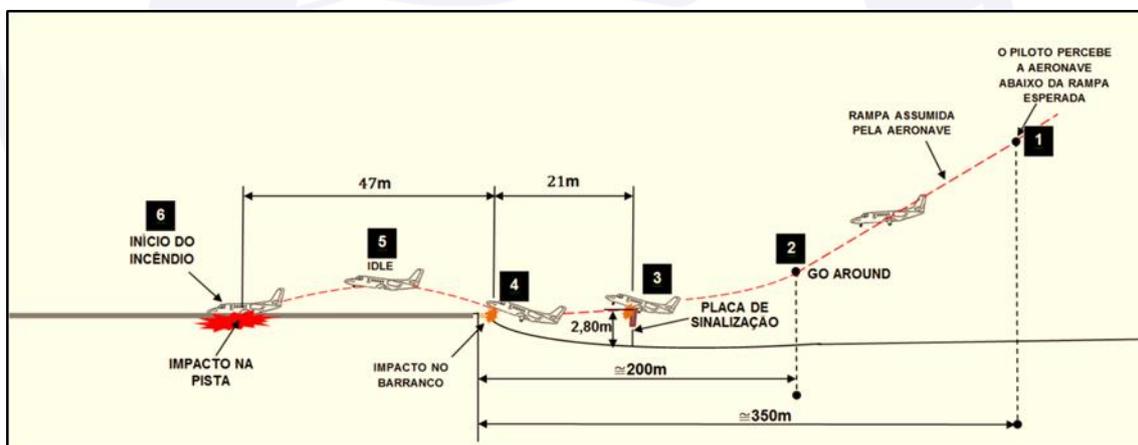


Figura 18 - Perfil da curta final e tentativa de arremetida, com base no relato do comandante.

Com relação à interação com o copiloto, o comandante comentou que já havia vivenciado situações semelhantes de pouco entrosamento com outros copilotos pelo fato de não terem tido oportunidade de realizar outros voos juntos. Acrescentou que, naquele voo, em razão do pouco conhecimento que tinha do copiloto, havia definido que no caso de um dos dois colocar em risco a operação da aeronave, o outro assumiria a função de *Pilot Flying*.

Durante a investigação, constatou-se que, após o segundo impacto na pista, a aeronave arrastou-se no asfalto por 147 metros, até o momento em que o PF afirmou ter comandado um cavalo de pau à esquerda com os pedais. Após um giro de mais de 180°, a aeronave parou na lateral da pista e foi tomada pelo fogo.

Não houve registro de acionamento do ELT no momento do acidente.

Quanto às limitações de peso, o manual de operação da aeronave, na Seção 1, *Descriptions and Specifications*, página 1- 6A, *Operating Limitations*, estabelecia:

Weight MODEL 550

Maximum Ramp Weight 13,500lb (6.123kg)
Maximum Takeoff Weight13,300lb (6.033kg)
Maximum Landing Weight12,700lb (5.760kg)
Maximum Zero Fuel Weight 9,500lb (4.310kg)

Conforme a Ficha de Peso e Balanceamento da aeronave, o seu Peso Básico era de 3.737kg (8.238lb), o Peso Máximo de Decolagem (PMD) de 6.033kg (13.300lb) e o Peso Máximo de Pouso de 5.760kg (12.700lb).

Para efeito do cálculo do peso de decolagem, foram considerados os dados da Figura 19, cujos pesos dos passageiros foram apresentados pelo comandante da aeronave e os dos pilotos foram obtidos por meio das suas respectivas fichas de exame de saúde pericial.

TABELA DE PESO EM LIBRAS	
PESO BÁSICO DA AERONAVE	8.238
COMBUSTÍVEL (4.700lb)	4.700
TRIPULANTE I	205
TRIPULANTE II	141
PAX FEMININO I	110
PAX FEMININO II	110
PAX FEMININO III	110
PAX INFANTIL	66
PAX MASCULINO III	143
PAX MASCULINO IV	136
PAX MASCULINO V	141
PAX MASCULINO VI	128
BAGAGENS	143
PESO DE DECOLAGEM	14.371

Figura 19 - Peso de decolagem.

Quanto às Limitações de peso de aviões civis, categoria transporte, a seção 91.605, do RBHA 91, dispunha que:

...

(b) Nenhuma pessoa pode operar um avião categoria transporte com motores a turbina, homologado em seu país de origem após 30 de setembro de 1958, contrariando as disposições de seu Manual de Vôo aprovado. Além disso, nenhuma pessoa pode decolar com esse avião a menos que:

(1) o peso de decolagem não exceda o peso de decolagem previsto no Manual de Vôo para a altitude do aeródromo de partida e para a temperatura ambiente existente no momento de decolagem.

O combustível consumido no voo, que teve a duração de duas horas e vinte minutos, foi de, aproximadamente, 2.900lb. Para tanto, considerou-se os gráficos de performance da aeronave.

Dessa forma, obteve-se o peso aproximado da aeronave no momento do acidente (Figura 20).

TABELA DE PESO EM LIBRAS	
PESO DE DECOLAGEM	14.371
PESO DO COMBUSTÍVEL CONSUMIDO	2.900
PESO DE POUSO	11.471

Figura 20 - Peso estimado de pouso.

Considerando-se, de modo conservativo, o peso de pouso de 11.500lb e utilizando-se os dados da Figura 21, com temperatura de 30°, obteve-se a distância de pouso aproximada de 2.210ft ou 673m.

NORMAL PROCEDURES		MODEL 550/551					
LANDING DISTANCE - FEET		FLAPS - FULL					
ACTUAL DISTANCE		SEA LEVEL					
PA	WEIGHT - POUNDS						
°C	8500	9500	10,500	11,000	11,500	12,000	
45	2200	2140	2160	2220	2270	2320	
40	2180	2120	2150	2200	2250	2300	
35	2170	2110	2130	2180	2230	2280	
30	2150	2090	2110	2160	2210	2270	
25	2140	2070	2100	2150	2200	2250	
20	2120	2060	2080	2130	2180	2230	
15	2100	2040	2060	2110	2160	2210	
10	2090	2030	2040	2090	2140	2190	
5	2070	2010	2030	2070	2120	2170	
0	2050	1990	2010	2060	2100	2150	
-5	2040	1980	1990	2040	2080	2130	
-10	2020	1960	1980	2020	2060	2110	
-15	2000	1940	1960	2000	2050	2090	
-20	1990	1930	1940	1980	2030	2070	
-25	1970	1910	1930	1970	2010	2050	

Figura 21 - Quadro de distância de pouso.

Fonte: Checklist 550, Normal Procedures, page N18.

Ainda segundo o comandante da aeronave, durante o voo, foram calculadas as seguintes velocidades: VAPP - 116 KIAS e VREF - 106 KIAS. O GPS de bordo mostrava que o vento no aeródromo de destino era de 90 graus (direção), variando entre 08kt e 10kt (intensidade).

Com base no quadro do Checklist 550, Normal Procedures, page N18, que versava sobre a VREF, para pousos em pistas ao nível do mar e nas altitudes de 1.000ft e 2.000ft, encontrou-se a velocidade de 104 KIAS, Figura 22.

VREF - (GEAR DOWN AND FLAPS - LAND)							
	WEIGHT - POUNDS						
	13,300	13,000	12,500	12,000	11,500	11,000	10,500
SPEED - KIAS	111	110	108	106	104	101	99
	WEIGHT - POUNDS						
	10,000	9500	9000	8,500	8,000		
SPEED - KIAS	97	95	92	90	87		

Figura 22 - Quadro de velocidade VREF.

Fonte: Checklist 550, Normal Procedures, page N18.

O Manual de Operações da aeronave na Seção 4 - item 15, pag 23, Operating Information, preconizava o seguinte:

15. Air speed - VREF.

Consistently comfortable and safe landings are best achieved from a stabilized approach. The point at which the airplane should be stabilized with airspeed at VREF to VREF +10 KIAS, full flaps, and the desired descent rate is normally coincident with commencing the final descent to landing. Under instrument conditions, this usually occurs at the final approach fix inbound. During visual approaches, this would be a point approximately equal to a turn onto base leg, adjusted for the altitude difference between the traffic pattern and field elevation.

After passing the instrument approach fix outbound or nearing the airport traffic area, airspeed should be reduced below 202 KIAS and the flaps extended to the APPR (15°) position. Approaching the final instrument fix inbound (one dot from glideslope intercept on an ILS), or a downwind abeam position, extend the landing gear below 176 KIAS. At the point where final descent to landing is begun, extend FULL flaps,

establish the desired vertical rate, and adjust power to maintain VREF to VREF+10 KIAS indicated airspeed.

Power management during the approach/landing phase is relatively easy in the Citation II because an N1 setting in the 60-65% range will normally result in desired indicated airspeeds for the various configurations. Depending on air traffic control requirements, thrust necessary for the entire approach can often be set during descent keeping in mind that fan (N1) RPM will decrease slightly for a fixed throttle setting with a decrease in altitude or indicated airspeed.

Using a sea level airport with zero wind at a typical landing weight (10,000 pounds), a throttle setting that results in about 60% N1 in close will give up proximate level flight indicated airspeeds of 160 knots clean and 140 with flaps APPR. Gear extended, flaps FULL and commencing an average descent (500 FPM) will result in approximately VREF airspeed. Higher field elevations, landing gross weights and/or headwind component will require a greater power setting.

For maneuvering prior to final approach, minimum airspeeds of VREF +30, VREF +20 and VREF+10 should be maintained clean, flaps APPR and flaps LAND respectively to provide an adequate margin above stall.

O comandante relatou que, nos últimos anos, havia realizado treinamentos com recheques na *Flight Safety* (2016), no *SIMCOM Aviation Training* (2018) e na *CAE* (2019), os quais empregavam a mesma filosofia de Segurança de Voo e de técnicas de CRM, que contribuíam para melhorar o desempenho do piloto em comando. Nos dois últimos treinamentos havia executado os estágios de instrução em aeroportos americanos, com pelo menos três copilotos diferentes, sempre utilizando o idioma inglês.

1.19. Informações adicionais.

- Aeronave

A aeronave era obrigada a ter um sistema TAWS/EGPWS instalado, conforme a seção 91.223 do RBHA 91, vigente à época do acidente, que estabelecia:

(a) Aviões fabricados após 31 de dezembro de 2003. Exceto como previsto no parágrafo (d) desta seção, nenhuma pessoa pode operar um avião com motores a turbina registrado no Brasil com uma configuração de seis ou mais assentos para passageiros, excluindo qualquer assento para piloto, a menos que o avião seja equipado com um sistema aprovado de percepção e alarme de proximidade do solo (EGPWS) que atenda aos requisitos para equipamento Classe B da OTP (TSO)-C151 (equipamento dotado da função de detecção de terreno à frente do avião).

(b) [Aviões fabricados em ou antes de 01 de janeiro de 2004. Exceto como previsto no parágrafo (d) desta seção, nenhuma pessoa pode operar um avião com motores a turbina registrado no Brasil com uma configuração de seis ou mais assentos para passageiros, excluindo qualquer assento para piloto, após 31 de dezembro de 2007, a menos que o avião seja equipado com um sistema aprovado de percepção e alarme de proximidade do solo que atenda aos requisitos para equipamento Classe B da OTP (TSO)-C151 (equipamento dotado da função de detecção de terreno à frente do avião).]

(c) Manual de Voo Aprovado. O Manual de Voo Aprovado (AFM) deve conter procedimentos apropriados para:

- (1) a utilização do sistema de percepção e alarme de proximidade de solo; e
- (2) reação apropriada da tripulação de voo em resposta aos alertas visuais e sonoros do sistema de percepção e alarme de proximidade do solo.

...

Ainda em relação ao TAWS/EGPWS, o FAA-H-8083 (*Advanced Avionics Handbook*), páginas 5-8 e 5-9, estabelecia as seguintes situações de perigo potencial e seus alertas aurais:

Terrain Awareness and Warning Systems.

A terrain awareness and warning system (TAWS) offers you all of the features of a terrain display along with a sophisticated warning system that alerts you to potential threats posed by surrounding terrain.

A terrain awareness and warning system uses the aircraft's GPS navigation signal and altimetry systems to compare the position and trajectory of the aircraft against a more detailed terrain and obstacle database. This database attempts to detail every obstruction that could pose a threat to an aircraft in flight.

TAWS A and TAWS B

There are presently two classes of certified terrain awareness and warning systems that differ in the capabilities they provide to the pilot: TAWS A and TAWS B.

A TAWS A system provides indications for the following potentially hazardous situations:

- 1. Excessive rate of descent*
- 2. Excessive closure rate to terrain*
- 3. Altitude loss after takeoff*
- 4. Negative climb rate*
- 5. Flight into terrain when not in landing configuration*
- 6. Excessive downward deviation from glideslope*
- 7. Premature descent*
- 8. Terrain along future portions of the intended flight Route*

A TAWS B system provides indications of imminent contact with the ground in three potentially hazardous situations:

- 1. Excessive rate of descent*
- 2. Excessive closure rate to terrain (per Advisory Circular (AC) 23-18, to 500 feet above terrain)*
- 3. Negative climb rate or altitude loss after takeoff*

TAWS Alerts

Aural alerts issued by a terrain awareness and warning system warn you about specific situations that present a terrain collision hazard. Using a predictive "look ahead" function.

Based on the aircraft's ground speed, the terrain system alerts you to upcoming terrain. At a closure time of approximately 1 minute, a "Caution! Terrain!" alert is issued. This alert changes to the more serious "Terrain! Terrain!" alert when the closure time reaches 30 seconds. In some areas of the world, this terrain warning may very well be too late, depending on the performance of the aircraft. You need to determine the equipment's criteria and note if the unit makes allowances for lower power output of the powerplant(s) at higher elevations, resulting in lower climb rates than may be programmed into the unit for that aircraft.

A second type of aural alert warns about excessive descent rates sensed by the system ("Sink Rate!") or inadvertent loss of altitude after takeoff ("Don't Sink!").

Com relação à operação da aeronave, o manual de procedimentos, na *Section 4, Operating Information / Normal Procedures, pages 4.22, 4.23 e 4.24*, dispunha o seguinte sobre o cheque antes do pouso:

Before Landing

- 1. Seats, Seat Belts and Shoulder Harnesses - SECURE.*

Check seats locked in the desired position. Check seat belts snug and shoulder harnesses latched to the buckle.

- 2. Avionics and Flight Instrument - CHECK*

Check NAV receivers on proper frequency and required heading and course information set. Cross check flight instruments for correct indications.

3. VREF and Fan Speed Settings - CONFIRM.

Refer to performance tables for VREF based on arrival gross weight. Check runway requirements based on gross weight and destination field information. Ascertain N1 and v2 for use in the event of a missed approach.

4. Radar Altimeter - SET (if installed).

Set decision height or minimum descent altitude on EADI. For VFR operation other desired altitude may be set to provide terrain proximity warning. Additional altitude selection (100 feet above DH, for instance) may be set with bug on conventional radio altimeter indicator (if installed).

5. Passenger Advisory Lights - PASS SAFETY.

Turn on SEAT BELT/NO SMOKING signs and emergency exit lights.

6. Passenger Seats - CHECK FULL UPRIGHT, OUTBOARD and POSITIONED AFT or FORWARD to clear exit doors.

This will provide unobstructed access to the emergency exit door.

7. Flaps - T.O. & APPR.

Flaps may be extended to T.O. & APPR below 202 KIAS. Check indicator to verify position.

8. Engine Synchronizer - OFF.

Engine synchronizer should be off to prevent excessive wear with large or frequent throttle movement.

9. Fuel Crossfeed - OFF.

Check CROSS FEED knob OFF and INTRANS IT and FUEL BOOST ON lights extinguished.

10. Ignition - ON.

May preclude flameout should engine problem arise during approach and landing phase.

11. Landing Gear - DOWN and LOCKED.

Pulling gear handle out and moving it DOWN illuminates the HYO PRESS ON and GEAR UNLOCKED lights while gear is extending. Check three green lights on and GEAR UNLOCKED and HYO PRESS ON lights extinguished. Maximum extension and/or operating airspeed varies with airplane serialization and status of compliance with Service Bulletin S8550-32-14.

12. Antiskid System - CHECK ON.

13. Landing Lights - ON.

14. Flaps - LAND.

Flaps may be extended to T.O. & APPR below 202 KIAS and LAND below 176 KIAS. Should be in the LAND position for all normal landings. Check indicator to verify position. Handle must be pushed in to clear T.O. & APPR detent when LAND flaps are desired.

15. Airspeed - VREF

Consistently comfortable and safe landings are best achieved from a stabilized approach. The point at which the airplane should be stabilized with airspeed at VREF to VREF +10 KIAS, full flaps, and the desired descent rate is normally coincident with commencing the final descent to landing. Under instrument conditions, this usually occurs at the final approach fix inbound. During visual approaches, this would be a point approximately equal to a turn onto base leg, adjusted for the altitude difference between the traffic pattern and field elevation.

After passing the instrument approach fix outbound or nearing the airport traffic area, airspeed should be reduced below 202 KIAS and the flaps extended to the APPR

(15°) position. Approaching the final instrument fix inbound (one dot from glideslope intercept on an ILS), or a downwind abeam position, extend the landing gear below 176 KIAS. At the point where final descent to landing is begun, extend FULL flaps, establish the desired vertical rate, and adjust power to maintain VREF to VREF +10 KIAS indicated airspeed.

Power management during the approach/landing phase is relatively easy in the Citation II because an N1 setting in the 60-65% range will normally result in desired indicated airspeeds for the various configurations. Depending on air traffic control requirements, thrust necessary for the entire approach can often be set during descent keeping in mind that fan (N1) RPM will decrease slightly for a fixed throttle setting with a decrease in altitude or indicated airspeed. Using a sea level airport with zero wind at a typical landing weight (10,000 pounds), a throttle setting that results in about 60% N1 in close will give up proximate level flight indicated airspeeds of 160 knots clean and 140 with flaps APPR. Gear extended, flaps FULL and commencing an average descent (500 FPM) will result in approximately VREF airspeed. Higher field elevations, landing gross weights and/or headwind component will require a greater power setting.

For maneuvering prior to final approach, minimum airspeeds of VREF +30, VREF+20 and VREF +10 should be maintained clean, flaps APPR and flaps LAND respectively to provide an adequate margin above stall.

Speed control on final should be precise for optimum landing performance and this is best accomplished by establishing VREF airspeed well before crossing the threshold. In gusty wind conditions, it is recommended that one half the gust factor in excess of 5 knots be added to VREF".

Approaching within approximately 50 feet of airport elevation, power should be gradually reduced to counter the acceleration induced by ground effect. Wind velocity and direction will dictate the rate at which the throttles are retarded. In very high surface headwind conditions, as an example, it may be necessary to maintain at or near approach power until close to touchdown. With a tailwind, a fairly rapid power reduction may be necessary in the final descent to landing phase for accurate speed control. In ground effect, where induced drag is reduced, leaving approach power on will cause the airplane to float to a longer touchdown than desired. Retarding the throttles gradually in the final descent will normally result in idle thrust being reached just before touchdown.

16. Autopilot and Yaw Damper - OFF.

Yaw damper OFF to give complete rudder authority to the pilot for landing. If the YAW DAMPER is not turned off it will attempt to override pilot rudder input during touchdown and roll out. Utilize the AP/TRIM DISC button on either control wheel.

17. Annunciator Panel - CLEAR.

18. Pressurization - CHECK ZERO DIFFERENTIAL.

Passing approximately 500 feet above ground level (AGL), check the cabin differential pressure near zero. If it is in excess of about one half PSI, select a higher cabin altitude and adjust RATE to ascent the cabin. Differential pressure should be at zero for landing. Any pressure existing at touchdown will be dumped by the outflow valves (actuated by the left main gear squat switch) and may cause discomfort. If landing above 12,000 feet pressure altitude, turn the OXYGEN CONTROL VALVE to CREW ONLY and turn pressurization bleed air OFF to preclude passenger mask deployment.

19. Speed brakes - RETRACTED PRIOR TO 50 FEET.

NOTE

Do not allow turbine (N2) RPM to be less than 49%.

O Citation 550/551 Manual, Planning and Performance, section 7, page 7-47, definia:

Landing

The landing performance charts are based on flying a normal approach at VREF (1.3 V_{so}) with full flaps extended, to 50 feet above the runway threshold. At that point, thrust is reduced to idle and touchdown is assumed to occur 840 feet from the

threshold in no wind conditions. The landing field length given includes distance from the threshold to touchdown.

Para a definição de reta final longa, a ICA 100-37, Serviços de Tráfego Aéreo, estabelecia:

...

2 DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS

2.1 DEFINIÇÕES

RETA FINAL LONGA - Trajetória de voo no sentido do pouso e no prolongamento do eixo da pista, quando a aeronave inicia o segmento de aproximação final, a uma distância superior a 7km (4NM) do ponto de toque ou, quando a aeronave, numa aproximação direta, estiver a 15km (8NM) do ponto de toque.

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

Definição 1

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).

Definição 2

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 flaire é iniciada. AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. IS 91-003 Revisão A: aprovação operacional para aproximações ILS CAT I com autorização requerida e decolagens com baixa visibilidade mediante o emprego do Head Up Guidance System (HGS). Brasília, 2014.

Disponível em: <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2014/IS91-003A.pdf>. (Acesso em: 23SET2020).

Ainda com relação à aproximação estabilizada, a publicação elaborada pela Força Tarefa para a Redução de Acidentes em Aproximação e Pouso (ALAR), da *Flight Safety Foundation*, traduzida pela ANAC, apontava os seguintes elementos recomendados:

Todos os voos devem estar estabilizados por volta de 1.000 pés acima da elevação do aeroporto em condições meteorológicas de voo por instrumentos (IMC) e 500 pés 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 VREF (velocidade de referência para pouso) +20 nós de velocidade indicada e não inferior a VREF;
4. A aeronave está na configuração de pouso correta;
5. A razão de descida não é maior do que 1.000 pés por minuto; se a aproximação exigir uma taxa de descida superior a 1.000 pés 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 a aproximação, conforme definido pelo manual de operação da aeronave;

7. Todos os *briefings* e *checklist* foram concluídos;

8. Pousos 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; durante uma aproximação circular, as asas devem estar niveladas na final quando a aeronave estiver com 300ft acima da elevação do aeroporto; e,

9. Procedimentos de aproximação diferenciada ou em condições anormais, que exigirem um desvio dos elementos de uma aproximação estabilizada, requerem um *briefing* especial.

Uma aproximação que se torna instável abaixo de 1.000 pés acima da elevação do aeroporto em IMC, ou abaixo de 500 pés acima da elevação do aeroporto em VMC, requer imediata arremetida.

Em relação à definição de característica da pista e contraste da pista, o Ten Cel Av R/1 Sergio Koch, em artigo sobre aproximação visual, publicado no blog “Asas do Conhecimento”, revelou que um número significativo de acidentes aéreos ocorridos durante aproximações tem a influência de vários aspectos, dentre os quais destacam-se:

Características da pista

Durante a aproximação, se você se aproxima de uma pista curta e estreita fique atento, pois poderá sentir que está mais alto do que parece. Um piloto normalmente baseia parte do seu julgamento numa comparação mental com uma pista na qual ele está acostumado. Se a sua experiência é de pousar numa pista de 2.500 X 45m, você poderá tocar bem mais curto numa pista de 1.000 X 25m. Na aproximação final, você vai julgar por si mesmo como mais longe e, portanto, mais alto do que ele realmente está. Mais uma vez o lembrete, continue no cheque cruzado dos instrumentos até o toque. Irregularidades na superfície da pista, especialmente no terreno de rolagem, podem também causar a impressão de uma pista muito menor quando se perde de vista a cabeceira oposta devido a um “calombo” na pista.

Esta ilusão de que a pista é mais curta que o normal pode resultar numa parada mais abrupta do que necessário, com excessivo reverso e criar um problema desnecessário de manter a aeronave na pista.

Contraste da pista

Esteja alerta para problemas na percepção de profundidade quando a cor da pista se aproxima do terreno ao redor. Um exemplo extremo seria identificar que a neve cobriu a pista, num pouso noturno e com a pista mal iluminada.

Mas até mesmo as condições menos visíveis podem trazer graves problemas na percepção de profundidade, resultando em exceder ou diminuir os limites. Uma pista de concreto sobre uma superfície de areia sob luz solar intensa ou uma faixa de macadame (camada de pedra britada com cerca de 0,30m de espessura, aglutinada e comprimida) cercado por folhagem escura terão similar dificuldade.

A presença de água na pista em qualquer um dos dois últimos exemplos irá aumentar o efeito. Bruma ou outras formas de restrições de visibilidade servirão para reduzir ainda mais o contraste de cores entre a pista e o terreno ao redor.

Se a aproximação visual que um piloto está voando for em condições de visibilidade menores que o perfeito, o piloto deve fazer uma avaliação da situação e determinar se é seguro para continuar o pouso e uma arremetida deve ser uma opção de decisão.

Disponível em: <https://sites.google.com/site/invacivil/temasjadicutidos/aproximacao-visual>. (acesso em 23SET2020).

Para um conhecimento maior sobre as características das pistas em relação às ilusões em voo, que levam a erros de aterrissagem, o Manual de informações Aeronáuticas do FAA (Fonte: *Aeronautical Information Manual (AIM); Code of Federal Regulations and Advisory Circulars; Chapter 8. Medical Facts for Pilots; Section 1. Fitness for Flight; 8-1-5. Illusions in Flight; page 538*), explicava o seguinte:

a. Introduction. Many different illusions can be experienced in flight. Some can lead to spatial disorientation. Others can lead to landing errors. Illusions rank among the most common factors cited as contributing to fatal aircraft accidents.

3. Illusions Leading to Landing Errors.

(a) Various surface features and atmospheric conditions encountered in landing can create illusions of incorrect height above and distance from the runway threshold. Landing errors from these illusions can be prevented by anticipating them during approaches, aerial visual inspection of unfamiliar airports before landing, using electronic glide slope or VASI systems when available, and maintaining optimum proficiency in landing procedures.

(b) Runway width illusion. A narrower-than-usual runway can create the illusion that the aircraft is at a higher altitude than it actually is. The pilot who does not recognize this illusion will fly a lower approach, with the risk of striking objects along the approach path or landing short. A wider-than-usual runway can have the opposite effect, with the risk of leveling out high and landing hard or overshooting the runway.

Para uma comparação, o Relatório Final A-121/CENIPA/2016 abordou um acidente, ocorrido anteriormente, com as características semelhantes ao tratado neste relatório e no mesmo aeródromo.

Segundo o relatório daquele acidente, no dia 17SET2016, uma aeronave modelo C-525A (jato executivo) decolou do Aeródromo Sócrates Mariani Bittencourt (SSXH), Brumado, BA, para SIRI. O voo tinha a finalidade de transportar quatro passageiros.

Após, aproximadamente, 30 minutos de voo, a aeronave foi preparada para a aproximação para a cabeceira 11 de SIRI. O avião tocou o solo com os trens de pouso principais antes do início da pista. Na corrida após o pouso, o avião perdeu a reta para a direita, saindo pela sua lateral.

Ao sair da pista, ocorreu a ruptura do trem de pouso auxiliar. O avião parou fora da área pavimentada, com a ponta da asa esquerda sobre a lateral direita da pista (Figura 23).

A aeronave teve danos substanciais. O piloto e os passageiros saíram ilesos.



Figura 23 - Vista da aeronave acidentada.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de passageiros entre SBJD e SIRI.

Baseado nas declarações do comandante e nos registros técnicos de manutenção disponíveis, inferiu-se que nenhuma falha ou mau funcionamento dos equipamentos e sistemas da aeronave, incluindo o grupo motopropulsor, comprometeu a sua operação.

A análise de dados do CVR revelou que o áudio existente não correspondia ao voo que resultou no acidente.

Na documentação da aeronave, não foi identificado registro de falha de funcionamento do CVR.

Não foi possível determinar se o CVR encontrava-se inoperante no momento da decolagem. A possibilidade de ter sido realizado o voo nessas condições contrariava o disposto na letra (e) da seção 91.609, do RBHA 91.

Apesar de constar que o equipamento ELT estava instalado e operante, não ocorreu o seu acionamento no acidente.

O Aeródromo de Barra Grande encontrava-se devidamente registrado, aberto para o tráfego aéreo, com suas características físicas e operacionais disponibilizadas pelo serviço de informações aeronáuticas, mostrando aos pilotos que a operação da aeronave envolvida no acidente (550), naquele aeródromo, atendia aos requisitos e parâmetros mínimos de segurança operacional.

Antes da decolagem, a aeronave foi reabastecida com 4.178 libras de JET A1, ficando com 4.700 libras nos tanques.

A decolagem de SBJD ocorreu às 14h58min (UTC) e a aeronave estava com o peso de 14.371 libras, portanto, acima do PMD, que era de 13.300 libras, contrariando as limitações estabelecidas no manual de voo da aeronave.

Segundo o relato do comandante e as evidências coletadas, o voo transcorreu normalmente até o ingresso no circuito de tráfego visual.

Considerando não ser possível contar com as informações obtidas a partir de gravadores de voo, foram formuladas hipóteses com base nas evidências levantadas, inclusive, por meio das entrevistas com o comandante da aeronave.

A partir dos eventos ocorridos na reta final, descritos neste relatório, notadamente, entre o momento em que a aeronave se encontrava com os flapes na configuração 40° e os manetes de potência dos motores posicionados em potência mínima (*Idle*), inferiu-se que:

1ª HIPÓTESE

Com a redução dos manetes para a potência mínima e com o acionamento dos flapes para 40°, a aeronave prosseguiu em uma trajetória descendente, com razão de descida superior à recomendada para uma aproximação estabilizada. O PF corrigiu a potência dos motores para 50% de N1, procurando ajustar-se aos parâmetros recomendados para a realização de aproximação estabilizada VFR.

No entanto, tal correção não foi suficiente, pois o Manual de Operações da aeronave na Seção 4 - item 15, pág. 23, *Operating Information*, preconizava que a potência recomendada para as fases de aproximação e pouso seria entre 60% e 65% de N1, ajuste que propiciaria a manutenção das velocidades indicadas desejadas para as várias configurações empregadas.

Diante disso, a aeronave assumiu uma rampa abaixo da prevista para uma aproximação estabilizada. Ao perceber tal condição, a menos de 1/4 de milha náutica, cerca de 350m, da cabeceira 11, o PF iniciou a manobra de arremetida.

2ª HIPÓTESE

Com a redução dos manetes para a potência mínima e com o acionamento dos flapes para 40° (nº 1 - Figura 30), a aeronave prosseguiu em uma trajetória descendente. Preocupado com o desempenho do PM, referente ao cumprimento do *before landing checklist*, o PF passou a supervisionar a realização daquelas tarefas, voltando sua atenção para o interior da cabine de pilotagem.

Ao desviarem, momentaneamente, a atenção do voo, os pilotos não perceberam que a aeronave havia cruzado os 500ft AGL (nº 2 - Figura 30) com uma razão de descida maior que a ideal e em uma rampa abaixo da desejada para aquela situação, portanto, fora dos parâmetros recomendados para a aproximação estabilizada VFR.

A aeronave permaneceu com a potência dos motores em mínima, até o momento em que os pilotos perceberam que estavam abaixo da rampa ideal, bem próximos da cabeceira 11, a menos de 1/4 de Milha Náutica, aproximadamente 350m (nº 3 - Figura 30), quando o PF iniciou a manobra de arremetida (nº 4 - Figura 30).

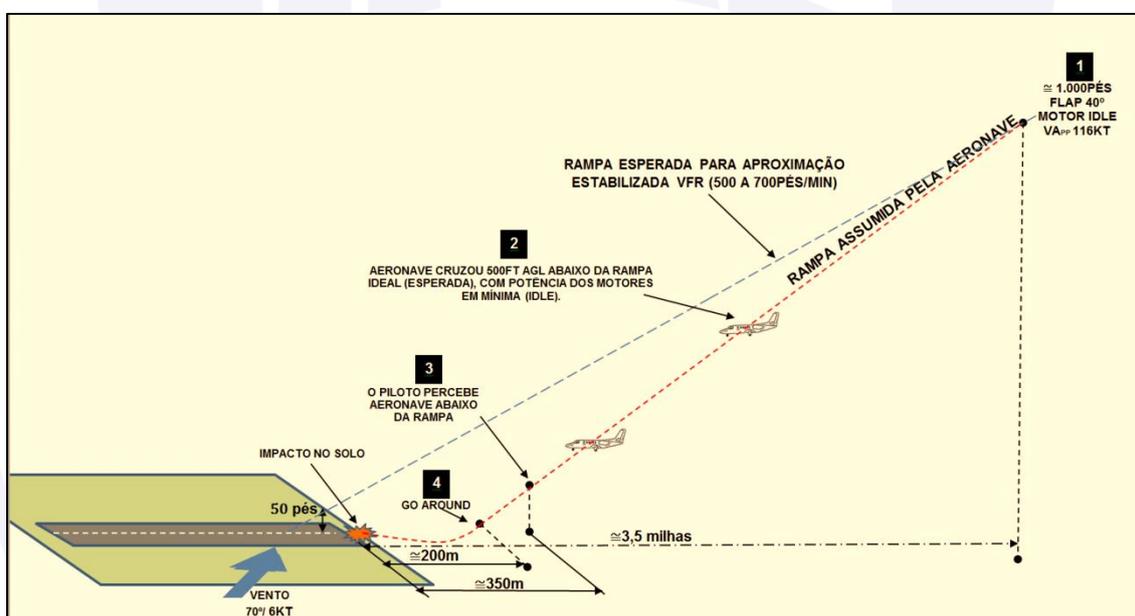


Figura 30 - Perfil de aproximação, segundo os dados da segunda hipótese.

Nesse contexto, um possível rebaixamento no nível de consciência situacional da tripulação pode ter favorecido uma percepção tardia em relação à rampa de aproximação e prejudicado sua capacidade de corrigi-la em tempo hábil de evitar a colisão com o solo.

Corroborou com tais circunstâncias o fato de o comandante dividir a atenção entre a supervisão das tarefas realizadas pelo copiloto e a pilotagem, o que pode ter limitado o seu tempo de ação e concorrido para o toque antes da pista.

Ressalta-se que a pouca confiança do comandante em relação ao desempenho do copiloto, devido ao baixo nível de entrosamento entre eles, concorreu para que ele dividisse sua atenção entre a atuação nos comandos da aeronave e a supervisão das atividades do copiloto.

É possível que esse cenário tenha contribuído para o acidente, na medida em que isso teria interferido na capacidade de gerenciamento do voo por parte do comandante e reduzido o nível de consciência situacional da tripulação.

Uma característica marcante das aeronaves a reação é o retardo na resposta dos motores durante a aceleração. Esse comportamento se revela mais crítico quando a aeronave já está configurada para pouso, uma vez que, nessa condição, o arrasto aumenta,

em função do baixamento dos flapes e do trem de pouso. Nesse sentido, o piloto deve se antecipar na aplicação de potência, a fim de evitar perdas de velocidade e de altura em uma fase crítica da operação.

Dessa forma, a segunda hipótese foi considerada como a mais provável, uma vez que o comandante reconheceu que houve um retardo na aceleração da aeronave no momento da arremetida, em consequência do natural tempo de reação dos motores após o reposicionamento dos manetes de potência de mínima para máxima.

Caso os manetes de potência já se encontrassem ajustados em 50% de N1, como considerado na primeira hipótese, o retardo na aceleração da aeronave, durante a tentativa de arremetida, teria sido menor.

Com base na citação do comandante da aeronave, a respeito da reação esboçada pelo copiloto no momento crítico - "cento e seis nós! Arremete" - é possível crer que a arremetida teve início quando a aeronave se encontrava na VREF (106KIAS), afastando a possibilidade de se associar o acidente à perda de sustentação.

Independentemente das hipóteses levantadas, a aplicação de comandos e o julgamento de pilotagem foram inadequados, na medida em que o PF não manteve os parâmetros apropriados para uma aproximação estabilizada.

O relato de que o PF tirou duas fotografias da pista e do aeródromo com seu celular, durante a perna do vento, refletiu uma postura imprópria e complacente em relação às suas tarefas primordiais naquela fase do voo, o que pode ter contribuído para a realização de um perfil de tráfego inadequado e, conseqüentemente, uma aproximação desestabilizada.

O fato de o PF ter decidido prolongar a perna do vento (aproximadamente 4,5NM), pode ter influenciado no seu julgamento de rampa de aproximação, uma vez que o início do segmento de aproximação final se deu em uma reta final longa (Figura 17).

Outro fato que deve ser associado ao anterior, refere-se aos fenômenos de ilusões em voo que levam a erros de aterrissagem. Conforme descrito na publicação elaborada pela Força Tarefa para a Redução de Acidentes em Aproximação e Pouso (ALAR) da *Flight Safety Foundation*, as ilusões visuais podem levar a situações críticas e os pilotos que não reconhecerem essas ilusões, irão realizar uma aproximação mais baixa, com o risco de colisão contra objetos ou pousos aquém da pista.

Neste caso, a largura da pista (23 metros), provavelmente mais estreita do que o usual para os pilotos envolvidos no acidente, pode ter criado a ilusão de que a aeronave se encontrava mais alta do que realmente estava, em relação à distância da cabeceira 11.

Além disso, o contraste da pista, quando a sua cor se assemelha à do terreno ao redor, também pode causar ilusões visuais e problemas na percepção de profundidade dos pilotos. O fato de o piloto ter estranhado a geografia do terreno (existência de dunas) e a coloração da pista (asfalto e concreto), pode ter levado a uma falsa interpretação visual, com reflexo na avaliação dos parâmetros relativos à rampa de aproximação.

Esses aspectos podem ter levado os pilotos a optarem pela configuração dos flapes a 40°, bem como pela redução dos manetes para *Idle*, ainda no início da reta final longa, entre 1.200ft e 1.000ft, o que concorreu, também, para um julgamento inadequado do PF, ao acreditar que havia tempo suficiente para supervisionar as tarefas do PM, sem comprometer a operação da aeronave.

Quanto ao emprego das técnicas de CRM no acidente em questão, observou-se que não houve um gerenciamento adequado naquela fase crítica do voo. Tal fato impediu a percepção e a reação tempestiva dos tripulantes, a fim de corrigir a rampa da aproximação, adequando-a aos parâmetros recomendados para uma aproximação estabilizada VFR.

Naquelas circunstâncias, a melhor interação entre os pilotos deveria concorrer para o gerenciamento adequado das tarefas, bem como para o correto assessoramento do PM, culminando com a realização da arremetida pelo PF, antes que o acidente se tornasse irreversível.

É possível considerar a presença desse aspecto nas circunstâncias descritas na primeira hipótese, sendo caracterizada pelo reconhecimento tardio da necessidade de arremetida, ou na segunda hipótese, pelo fato de a tripulação ter permitido que a aeronave cruzasse os 500ft AGL, de forma não estabilizada, sem iniciar a arremetida.

Nas duas hipóteses abordadas, observou-se que a falha na comunicação entre os pilotos resultou no rebaixamento da consciência situacional, com repercussão na adoção oportuna da solução do problema (arremetida).

Conforme os relatos obtidos, o copiloto realizou os *callouts* em um volume baixo de voz, notadamente no tráfego visual, a ponto de ser solicitada a repetição de alguns itens de *checklist*, bem como a verbalização das velocidades com uma intensidade de voz mais alta.

Ressalta-se que ambos os pilotos não usavam os *head phones* na ocasião. Segundo as informações médicas prévias do comandante, os exames realizados em suas avaliações sinalizaram perda auditiva no limite da faixa crítica para a aviação, apesar disso, não foi possível assegurar se tal fato chegou a comprometer o desempenho do piloto durante o voo.

Contudo, de acordo com o relato do comandante, é possível que o tom e a intensidade da voz usada pelo copiloto durante os *callouts* realizados, associado à falta do uso de *head phones*, tenham influenciado a sua compreensão em relação às informações que estavam sendo transmitidas.

Essas falhas de comunicação podem ter prejudicado o gerenciamento do voo, a ponto de interferir na capacidade dos tripulantes de perceber, em tempo hábil, que se encontravam abaixo da rampa ideal.

Embora a aeronave fosse equipada com TAWS/EGPWS, em conformidade com a legislação em vigor, constatou-se que tal recurso não foi utilizado pela tripulação, uma vez que as informações do aeródromo de destino (SIRI) não se encontravam no banco de dados do equipamento.

Apesar de o tráfego ter sido realizado em condições visuais, a tripulação poderia ter contado com a emissão de alertas do TAWS/EGPWS referentes à elevada razão de descida da aeronave ou às condições críticas em relação ao terreno e aos obstáculos à frente.

No contexto da ocorrência, os alertas (visuais e aurais) provenientes do TAWS/EGPWS poderiam ter auxiliado na elevação da consciência situacional dos pilotos em relação à rampa de aproximação e, conseqüentemente, antecipado a reação do comandante em efetuar a correção da trajetória da aeronave.

Um aspecto que chamou a atenção dos investigadores foi o fato de este acidente ter características semelhantes a outro ocorrido, no dia 17SET2016, no mesmo aeródromo, envolvendo jato executivo com perfil de operação semelhante ao PT-LTJ. Naquele acidente, também houve o toque da aeronave antes da cabeceira 11, com saída de pista, remetendo a um aprofundamento das pesquisas em relação à infraestrutura do Aeródromo de Barra Grande (SIRI).

Inicialmente, levou-se em consideração que, por ocasião do planejamento de voo, os pilotos do PT-LTJ estudaram as variáveis intervenientes naquele tipo de operação, concluindo que as condições do aeródromo eram compatíveis com as características da aeronave.

Contudo, é possível que, durante os trabalhos de preparação para a realização do voo, os pilotos não tenham levado em conta a impossibilidade da utilização do sistema de percepção e alarme de proximidade do solo que equipava a aeronave e a inexistência de um sistema visual indicador de rampa de aproximação no aeródromo.

A ausência dos sistemas visuais indicadores de rampa e aproximação não foi tratada como deficiência da infraestrutura, uma vez que, por ser aeródromo privado, não havia dispositivo regulamentar tornando compulsória a instalação destes em SIRI.

Da mesma forma, a existência de serviços contraincêndio e de primeiros socorros não era requerida pela legislação aplicável à sua operação.

No curso da presente investigação, a Portaria ICA Nº 154/SAGA, de 21ABR2020, versando sobre o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) para o Aeródromo de Barra Grande, publicou modificações das características físicas do referido aeródromo, que já foram citadas anteriormente.

A tramitação do respectivo processo administrativo, referente às modificações das características do aeródromo, deu-se conforme as formalidades previstas estabelecidas pela Resolução ANAC Nº 158, de 13JUL2010, tendo como base as informações prestadas pelo operador do aeródromo, uma vez que não existiam requisitos de projeto vigentes para aeródromos privados, estabelecidos pelo RBAC 154, aplicados, obrigatoriamente, somente a aeródromos públicos.

Como o comandante não possuía um maior conhecimento sobre a parte profissional do copiloto, pois haviam realizado apenas um voo juntos, ele passou a checar os procedimentos de *checklist* executados pelo copiloto, certificando-se da correta realização daquelas tarefas, desviando a sua atenção da pilotagem e elevando sua carga de trabalho em uma fase crítica do voo.

Portanto, as observações relativas ao aspecto médico permitiram deduzir que, antes do voo em questão, o comandante da aeronave não se encontrava submetido a uma carga de trabalho que apontasse para a presença de fadiga, aguda ou crônica, que pudesse ter interferido no seu desempenho e na sua capacidade decisória.

Além disso, o uso dos medicamentos informados não apontou para associações perigosas que pudessem comprometer a segurança operacional.

Ressalta-se, entretanto, que a falta de registros nas fichas de inspeção de saúde analisadas, no que se refere a qualquer tipo de acompanhamento médico sobre as perdas auditivas do comandante, pode ser vista como uma vulnerabilidade na condução das inspeções de saúde dos aeronavegantes, que pode vir a repercutir na segurança operacional.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) o piloto possuía licença PLA e estava com as habilitações de aeronave tipo C550 e IFRA válidas;
- c) o copiloto possuía a licença PCM e estava com as habilitações de aeronave tipo C550 e IFRA válidas;
- d) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo, porém o copiloto tinha pouca experiência no modelo da aeronave;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;

- f) no momento do acidente, a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) considerando a data da última Inspeção Anual de Manutenção (IAM), as cadernetas de célula e motores estavam com as escriturações atualizadas;
- h) o diário de bordo foi consumido pelo fogo por ocasião do acidente;
- i) não foi possível levantar, com precisão, as horas voadas pela aeronave entre a data da última inspeção e a data do acidente;
- j) a aeronave decolou com peso acima do previsto em seu manual de operação;
- k) a aeronave transportava oito passageiros;
- l) o voo em rota transcorreu sem anormalidades;
- m) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- n) não houve problemas de comunicação com os órgãos de controle;
- o) foi realizado um tráfego visual em SIRI;
- p) na curta final, a aeronave bateu em uma placa de sinalização e, em seguida, no barranco da cabeceira 11, havendo o colapso do trem de pouso;
- q) o PF declarou que, após a colisão contra o barranco, reduziu a potência dos motores e comandou o toque da aeronave na pista;
- r) sem trem de pouso, a aeronave arrastou-se por 147 metros, até parar na lateral esquerda da pista e ser tomada pelo fogo;
- s) não houve registro de acionamento do ELT;
- t) a aeronave ficou destruída;
- u) um tripulante faleceu e o outro sofreu lesão grave; e
- v) quatro passageiros faleceram e quatro passageiros sofreram lesões graves.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

A atuação inadequada nos comandos levou a aeronave a realizar uma rampa mais baixa que a ideal. Essa condição teve por consequência o toque no terreno antes da cabeceira da pista.

- **Atenção - indeterminado.**

Durante a aproximação para o pouso, o comandante dividiu sua atenção entre a supervisão das atividades do copiloto e a atuação nos comandos da aeronave. Tais circunstâncias podem ter prejudicado o gerenciamento do voo e limitado o tempo de reação para corrigir a rampa de aproximação.

- **Atitude - indeterminado.**

O relato de que o comandante tirou duas fotografias da pista e do aeródromo com seu celular, durante a perna do vento, refletiu uma postura inadequada e complacente em relação às suas tarefas primordiais naquela fase do voo, o que pode ter contribuído para a ocorrência em tela.

- **Comunicação - indeterminado.**

Conforme relatado pelo comandante, o tom e a intensidade de voz baixos usados pelo copiloto, durante a realização dos *callouts*, associados à falta do uso dos *head phones*,

limitaram a sua capacidade de recepção das informações, o que pode ter afetado sua atuação no gerenciamento do voo.

- **Coordenação de cabine - contribuiu.**

A falta do adequado emprego das técnicas de CRM, por meio do gerenciamento das tarefas a bordo, comprometeu o aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para a operação da aeronave, a ponto de impedir a adoção de uma atitude (arremetida) que evitasse o acidente, a partir do momento em que os parâmetros recomendados para uma aproximação estabilizada VFR não estivessem mais presentes.

- **Ilusões visuais - indeterminado.**

É possível que a largura da pista, mais estreita do que o normal para os pilotos envolvidos no acidente, tenha provocado a ilusão de que a aeronave se encontrava mais alta do que se esperava, para aquela distância da cabeceira 11 de SIRI, a ponto de influenciar no julgamento de rampa de aproximação.

Além disso, o fato de o piloto ter estranhado a geografia do terreno (existência de dunas) e a coloração da pista (asfalto e concreto), pode ter levado a uma falsa interpretação visual, com reflexo na avaliação dos parâmetros relativos à rampa de aproximação.

- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

A inadequada avaliação, por parte do comandante, da posição da aeronave em relação à rampa de aproximação final e à pista de pouso contribuiu para que a aeronave tocasse o solo antes da cabeceira.

- **Percepção - indeterminado.**

É possível que um rebaixamento no nível de consciência situacional da tripulação tenha resultado em uma percepção tardia de que a aproximação para o pouso estava desestabilizada e inviabilizado a correção dos parâmetros de voo em tempo hábil de evitar o toque antes da pista.

- **Planejamento de voo - indeterminado.**

É possível que, durante os trabalhos de preparação para a realização do voo, os pilotos não tenham levado em conta a impossibilidade da utilização do sistema de percepção e alarme de proximidade do solo que equipava a aeronave, e da inexistência de um sistema visual indicador de rampa de aproximação no aeródromo.

- **Outros / Limitações físico sensoriais - indeterminado.**

O comprometimento da capacidade auditiva do comandante da aeronave, aliado à falta do uso de *head phones*, podem ter interferido na comunicação interna da cabine de pilotagem, na fase crítica de voo.

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. Além das recomendações de segurança decorrentes de investigações de ocorrências aeronáuticas, recomendações de segurança podem resultar de diversas fontes, incluindo atividades de prevenção.

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

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.**À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:****A-144/CENIPA/2019 - 01****Emitida em: 19/08/2021**

Atuar junto ao operador da aeronave, no sentido de que procedimentos de avaliação de risco sejam adotados para a operação de turbojatos, em aeródromos cujos dados não constem do *data bank* do sistema de percepção e alarme de proximidade do solo (TWAS/EGPWS) e que não sejam equipados com sistema visual indicador de rampa de aproximação.

A-144/CENIPA/2019 - 02**Emitida em: 19/08/2021**

Atuar junto às clínicas médicas credenciadas para a realização de inspeções de saúde dos aeronavegantes a fim de que, nos casos de condições de saúde com prognóstico de agravamento, e que possam implicar em prejuízos à segurança de voo, a indicação de acompanhamento da evolução de tais condições seja objetiva e claramente registrada.

A-144/CENIPA/2019 - 03**Emitida em: 19/08/2021**

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores da aviação civil sobre a importância do fiel cumprimento das normas operacionais e dos manuais de voo das aeronaves, além do uso das técnicas adequadas de CRM.

A-144/CENIPA/2019 - 04**Emitida em: 19/08/2021**

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores da aviação civil brasileira sobre a importância do correto planejamento de voo e da realização de aproximações estabilizadas, buscando alertá-los quanto aos riscos decorrentes da operação das aeronaves turbojatos, em aeródromos que não sejam equipados com sistema visual indicador de rampa de aproximação e cujos dados não constem do *data bank* do respectivo sistema de percepção e alarme de proximidade do solo.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não houve.

Em, 19 de agosto de 2021.