

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-160/CENIPA/2023

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PR-MCL
MODELO:	510
DATA:	15DEZ2023



ADVERTÊNCIA

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

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

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

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

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

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

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

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PR-MCL, modelo 510, ocorrido em 15DEZ2023, tipificado como “[RE] Excursão de pista”.

Após o pouso, a aeronave ultrapassou o limite da cabeceira oposta da pista do Aeródromo Ijuí (SSIJ), RS.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto saiu ileso.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Transportation Safety Board* (TSB) - Canadá, Estado de fabricação dos motores.



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	7
1.6. Informações acerca da aeronave.....	7
1.7. Informações meteorológicas.....	8
1.8. Auxílios à navegação.....	11
1.9. Comunicações.....	11
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	11
1.11. Gravadores de voo.....	11
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	12
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	14
1.13.1. Aspectos médicos.....	14
1.13.2. Informações ergonômicas.....	14
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	14
1.14. Informações acerca de fogo.....	14
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	14
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	14
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	14
1.18. Informações operacionais.....	14
1.19. Informações adicionais.....	21
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	21
2. ANÁLISE.....	21
3. CONCLUSÕES.....	23
3.1. Fatos.....	23
3.2. Fatores contribuintes.....	24
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	24
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	24

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AD WRNG	<i>Aerodrome Warning</i> - aviso de aeródromo
AFM	<i>Aircraft Flight Manual</i> - manual de voo da aeronave
AISWEB	Serviço de Informações Aeronáuticas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIMAER	Centro Integrado de Meteorologia Aeronáutica
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CPTEC	Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos
CVA	Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
GOES	<i>Geostationary Operational Environmental Satellite</i>
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LABDATA	Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo
OM	Organização de Manutenção
PIC	<i>Pilot in Command</i> - piloto em comando
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PN	<i>Part Number</i> - número de peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
REDEMET	Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica
SACI	Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil
SBBI	Designativo de localidade - Aeródromo Bacacheri, Curitiba, PR
SBNM	Designativo de localidade - Aeródromo Santo Ângelo, RS
SBPA	Designativo de localidade - Aeródromo Salgado Filho, Porto Alegre, RS
SBPF	Designativo de localidade - Aeródromo de Lauro Kurtz, Passo Fundo, RS
SIGWX	<i>Significant Weather</i> - tempo significativo
SSIJ	Designativo de localidade - Aeródromo Ijuí, RS
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i> - previsão meteorológica de aeródromo
TPP	Categoria de Registro Privada - Serviços Aéreos Privados
TSB	<i>Transportation Safety Board</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: 510	Operador: Roma Participações e Empreendimentos Ltda.
	Matrícula: PR-MCL Fabricante: Cessna Aircraft	
Ocorrência	Data/hora: 15DEZ2023 - 20:00 (UTC)	Tipo(s): [RE] Excursão de pista
	Local: Aeródromo Ijuí (SSIJ) Lat. 22°22'07"S Long. 053°50'47"W	
	Município - UF: Ijuí - RS	

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Bacacheri (SBBI), Curitiba, PR, com destino ao Aeródromo Ijuí (SSIJ), RS, por volta das 19h00min (UTC), a fim de realizar um voo de traslado, com um piloto a bordo.

Após o pouso em SSIJ, a aeronave ultrapassou o limite da cabeceira oposta da pista, derivou para a direita e parou em uma região de declive.



Figura 1 - Vista da aeronave após a parada total.

A aeronave teve danos substanciais. O piloto saiu ileso.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos substanciais no conjunto de trem de pouso e na fuselagem inferior. Além disso, ocorreram danos leves nas asas, flapes e ailerons.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	10.000:00
Totais, nos últimos 30 dias	10:10
Totais, nas últimas 24 horas	01:10
Neste tipo de aeronave	800:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	10:10
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:10

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) do piloto.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclub do Paraná, PR, em 1998. O seu último exame de proficiência para revalidação da suas habilitações foi realizado em 30SET2023.

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

O PIC possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA) e estava com as habilitações de aeronave tipo C510 (que incluía o modelo 510) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) em vigor.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os registros do Diário de Bordo indicaram que o piloto operava o modelo 510, de matrícula PR-MCL, desde junho de 2023 e que tinha o Aeródromo SSIJ como um destino frequente. Nos trinta dias anteriores ao acidente, realizou três voos com destino a SSIJ.

O piloto possuía uma experiência acumulada de, aproximadamente, 800 horas de voo no modelo. Além do *Cessna* 510, ele possuía experiência nos seguintes modelos de aeronaves: B-58, SENECA III, SENECA IV, SENECA V, SR-22, C-210, C-208 e C-182.

A sua experiência era, prioritariamente, em operações segundo os requisitos do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 91 - Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis.

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) em vigor.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 510-0057, foi fabricada pela *Cessna Aircraft*, em 2008, e estava inscrita na Categoria de Registro Privada - Serviços Aéreos Privados (TPP).

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

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

A última inspeção da aeronave, do tipo "48 meses", seguiu o "Document 20", conforme o Aircraft Maintenance Manual (AMM - manual de manutenção da aeronave) Part Number (PN - número de peça) 510MM. Essa atividade de manutenção foi concluída em 15DEZ2023, por Organização de Manutenção (OM) certificada, em Curitiba, PR, estando a aeronave com, aproximadamente, 1 hora após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente dos motores, do tipo “12 anos (low utilization overhaul)”, foi executada conforme manual PN 3072691 rev. 26.2, de 11OUT2019, da Pratt & Whitney. Essa atividade de manutenção foi concluída em 30JUN2020, por OM certificada, em Curitiba, PR, estando os motores com 232 horas e 36 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave seguiu o "Document 16", cujo intervalo era de 1.350 horas ou 36 meses, o que ocorresse primeiro, conforme AMM PN 510MM. Essa atividade de manutenção foi concluída em 05SET2023, por OM certificada, em Curitiba, PR, estando a aeronave com 11 horas e 42 minutos voados após a inspeção.

Não havia registros de panes e/ou discrepâncias na documentação técnica.

A aeronave acidentada era equipada com *ground spoilers* e *speed brakes*, ambos sistemas aerodinâmicos geradores de arrasto desenvolvidos pelo fabricante para, dentre outras funções, auxiliar na desaceleração durante o pouso.

1.7. Informações meteorológicas.

O Aeródromo SSIJ não dispunha de serviço de informações meteorológicas. A Figura 2 mostra a localização de SSIJ em relação a outros aeródromos da região, bem como em relação a três estações meteorológicas localizadas naquela área.

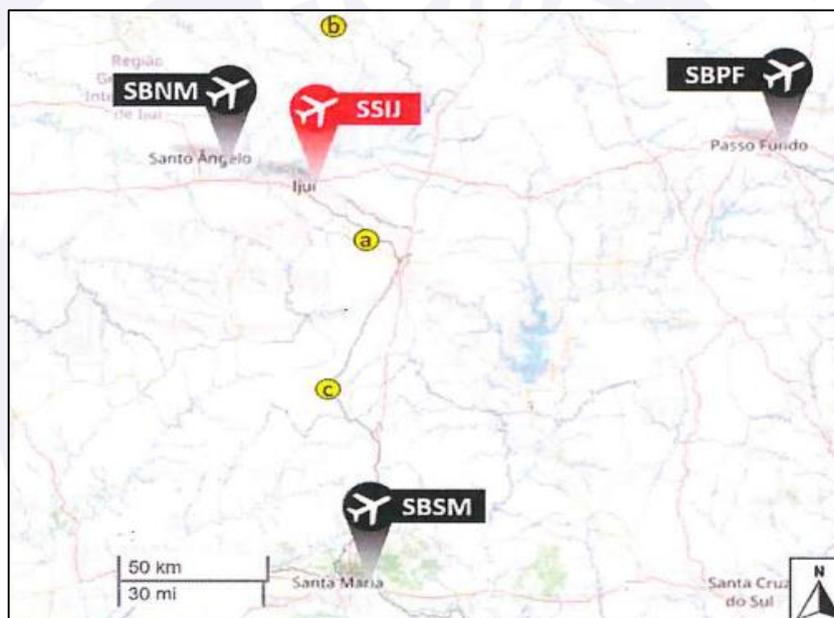


Figura 2 - Mapa da região de interesse entre o local da ocorrência, os aeródromos pesquisados e as estações meteorológicas automáticas em “a”, “b” e “c”.

Fonte: adaptado de *OpenStreetMap*.

O local da ocorrência (SSIJ) estava distante, aproximadamente, 18 NM do Aeródromo Santo Ângelo (SBNM); 80 NM do Aeródromo Lauro Kurtz (SBPF); e 80 NM do Aeródromo Santa Maria (SBSM).

As informações, previsões e produtos meteorológicos utilizados foram provenientes da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET), do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), do Serviço de Informações Aeronáuticas (AISWEB) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

A Carta de Tempo Significativo (SIGWX), da superfície ao FL250, para às 18h00min (UTC) do dia 15DEZ2023, ilustrava a presença de nuvens *Tower Cumulus* (TCU), com base a 2.500 ft e topo a 18.000 ft, constituindo de 1 a 2 oitavos de abóboda celeste (FEW), nuvens *Cumulonimbus* (CB) isoladas e embutidas, com base a 3.000 ft e topo acima do

TAF SBNM 151500Z 1518/1606 35013KT 9999 SCT040 TX38/1518Z TN26/1605Z
PROB30 TEMPO 1520/1601 16012G26KT 6000 TSRA SCT025 FEW045CB RMK
PFR=

De acordo com a mensagem TAF, as condições meteorológicas previstas em SBNM eram as seguintes:

- vento à superfície proveniente de Norte, com 13 kt de intensidade;
- visibilidade à superfície de 10.000 m ou mais;
- nebulosidade baixa com base das nuvens a 4.000 ft, constituindo 3 a 4 oitavos de abóboda celeste (SCT); e
- probabilidade de 30% de ocorrência de:
 - vento à superfície de Sul, com 12 kt e rajadas de 26 kt;
 - visibilidade de 6.000 m;
 - trovoada com chuva moderada;
 - nebulosidade baixa com base a 2.500 ft, constituindo 3 a 4 oitavos de abóboda celeste (SCT); e
 - nuvens CB, com base a 4.500 ft, 1 a 2 oitavos de abóboda celeste (FEW).

O *Aerodrome Warning* (AD WRNG - aviso de aeródromo) consistia em informações sobre as condições meteorológicas adversas que poderiam afetar a segurança das aeronaves no solo, instalações e serviços do aeródromo. Havia um AD WRNG com validade das 19h30min (UTC) às 23h30min (UTC) para SBNM que trazia as seguintes informações:

SBPA SBPK/SBBG/SBUG/SBSM/SBNM AD WRNG 8 VALID 151930/152330 TS
SFC WSPD 15KT MAX 30 FCST NC=

O AD WRNG alertava acerca da previsão de ocorrência de trovoada e vento à superfície com intensidade de 15 kt a 30 kt.

Imagens das câmeras de segurança do aeródromo mostraram que chovia e que a pista estava molhada no momento do pouso que culminou no acidente. As imagens mostraram, também, a presença de camada de nuvens baixas, além de restrição de visibilidade horizontal e vertical. Na Figura 5, é possível visualizar as condições de céu encoberto e de chuva no Aeródromo SSIJ, durante o pouso do PR-MCL que culminou no acidente.

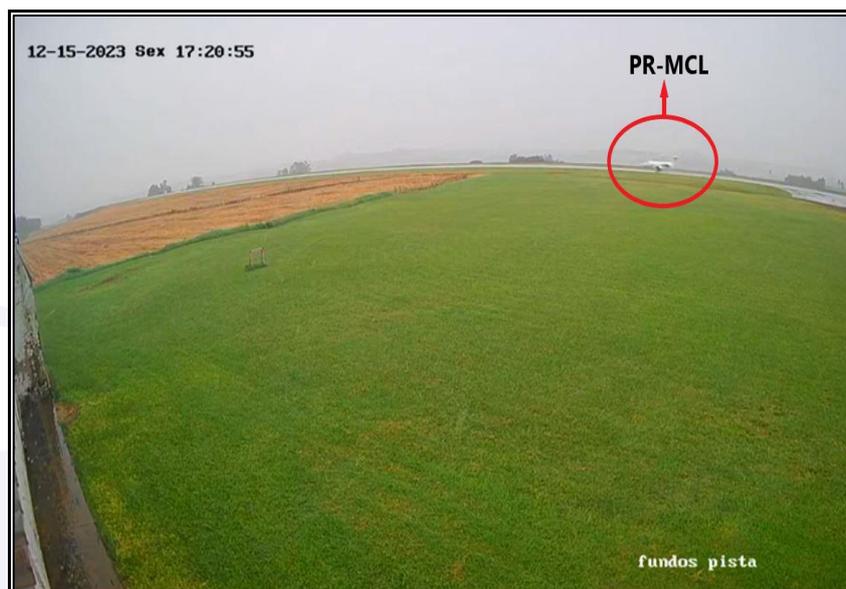


Figura 5 - Condições meteorológicas do Aeródromo Ijuí no momento do pouso.
Fonte: imagem de câmera de segurança de aeródromo.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público, administrado pela Prefeitura Municipal de Ijuí e operava sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 18/36, dimensões de 1.280 m x 23 m, e elevação de 1.197 ft.

O aeródromo era equipado com um indicador de direção do vento (biruta) que estava operando normalmente no momento do pouso. Contudo, as imagens provenientes de câmeras de segurança disponibilizadas à Comissão de Investigação não enquadravam a biruta, impossibilitando a análise da direção do vento predominante no momento do pouso por esse dispositivo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

Apesar de não possuir gravadores de dados de voo ou de voz de cabine, a aeronave era equipada com um sistema *Garmin G1000 Avionics System* para o *Cessna Citation MUSTANG*, 190-00600-01, Rev B, datado de abril de 2007.

Esse sistema era dotado de cartões de memória LOG, os quais possuíam capacidade para armazenar dados gravados durante os voos. Entretanto, para que a gravação fosse concretizada, era preciso manter o sistema atualizado junto ao fabricante do equipamento, o que envolvia custos para o operador.

A não atualização do sistema não descumpria qualquer regulamento, tampouco significava qualquer restrição operacional à aeronave operando sob os requisitos do RBAC 91. O operador optou por não manter o sistema atualizado.

Os cartões do *Garmin G1000* foram encaminhados ao Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA) do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), para *download* dos dados.

Os dados foram extraídos com sucesso. Entretanto, não correspondiam ao voo que culminou neste acidente.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O pouso ocorreu no sentido da pista 36. O ponto de toque da aeronave se deu, aproximadamente, 340 m após a cabeceira 36, o que também era compatível com as marcas de pneu encontradas na pista.

A Figura 6 ilustra uma vista geral do aeródromo, incluindo o ponto estimado de toque da aeronave na pista.

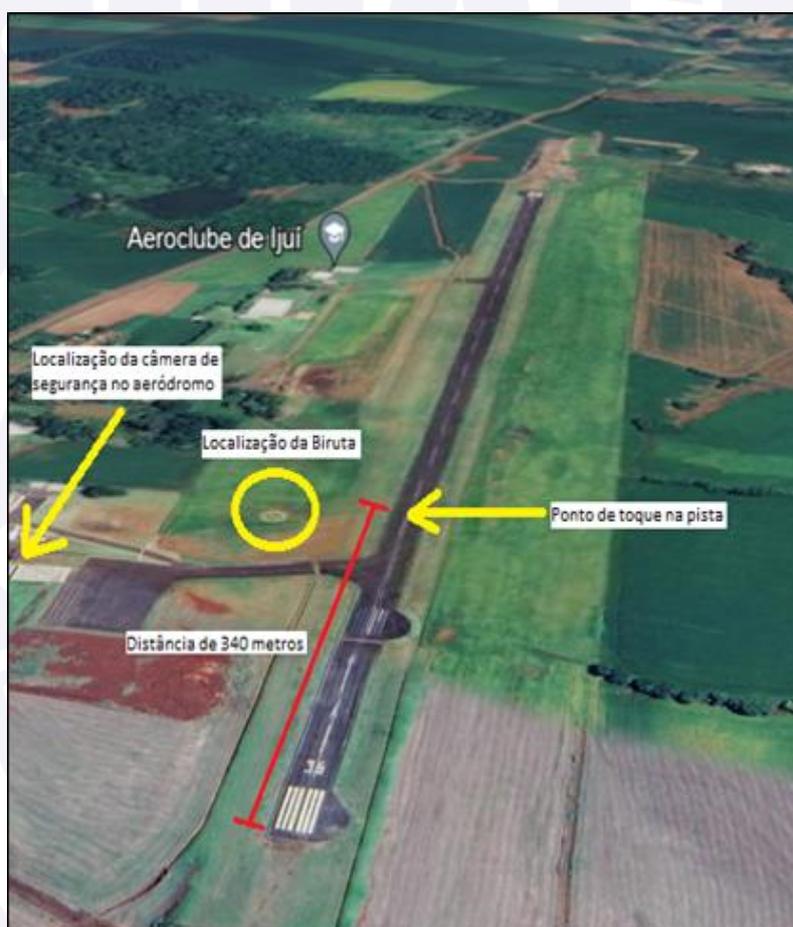


Figura 6 - Vista geral do Aeródromo Ijuí.
Fonte: adaptado de *GoogleEarth*.

Após a excursão de pista pela cabeceira oposta, a aeronave percorreu 90 m em área descampada e cerca de 20 m em terreno com declive até a parada total. A parada final da aeronave ocorreu em atitude picada (aproximadamente 35°), após o impacto da parte frontal contra pedras no terreno.



Figura 7 - Trajetória da aeronave após a excursão da pista pela cabeceira 18 de SSIJ.

Houve danos no sistema hidráulico, nos trens de pouso principais, além do colapso do trem de pouso auxiliar. A fuselagem na parte inferior teve amassamentos em sua estrutura.

As seções central e traseira da fuselagem permaneceram preservadas, bem como o cone de cauda e seus componentes.



Figura 8 - Vista dos danos na aeronave após parada total.

As pernas do trem de pouso estavam baixadas e travadas. As superfícies internas e externas dos flapes de ambas as asas encontravam-se defletidas na posição de 15° (TO/APR).

A alavanca dos flapes na cabine encontrava-se comandada na posição TO/APR.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Nada a relatar.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Nada a relatar.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

O resgate do piloto foi realizado por uma equipe de apoio ao solo que estava no hangar aguardando o pouso da aeronave, com posterior Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (SAMU).

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Os instrumentos de cabine não possuíam marcas visíveis que pudessem indicar a velocidade da aeronave no momento do impacto.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

O PIC não possuía vínculo empregatício com o proprietário da aeronave e realizava voos sob demanda. Os voos eram privados e planejados de acordo com a agenda de compromissos do proprietário.

A Lei nº 13.475/2017, que dispunha sobre o exercício da profissão de tripulante de aeronave, estabelecia que:

Art. 20. A função remunerada dos tripulantes a bordo de aeronave deverá, obrigatoriamente, ser formalizada por meio de contrato de trabalho firmado diretamente com o operador da aeronave.

§ 1º O tripulante de voo ou de cabine só poderá exercer função remunerada a bordo de aeronave de um operador ao qual não esteja diretamente vinculado por contrato de trabalho quando o serviço aéreo não constituir atividade fim, e desde que por prazo não superior a 30 (trinta) dias consecutivos, contado da data de início da prestação dos serviços.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se de um voo conduzido sob os requisitos estabelecidos pelo RBAC 91 entre os Aeródromos SBBI e SSIJ.

Em entrevista, o piloto relatou que utilizou o aplicativo *ForeFlight* para realizar o planejamento do voo, além da análise meteorológica da rota e da localidade de SSIJ. Como referência, o PIC relatou ter utilizado as previsões meteorológicas disponíveis para os Aeródromos SBNM, SBPA e SBPF em seu planejamento de voo.

Acerca da aproximação final, o piloto relatou que executou todos os procedimentos de preparação da aeronave para o pouso, cumprindo os itens das listas de verificações

Before Landing e Landing do Aircraft Flight Manual (AFM - manual de voo de aeronave), incluindo a atuação nos flapes, no sentido de estendê-los para a posição LAND.

BEFORE LANDING	
1. Landing Gear	DOWN and LOCKED
2. Speed Brakes	RETRACTED
3. FLAP Handle	LAND (STALL WARNING-NORMAL only)
4. Pressurization	CHECK ZERO DIFFERENTIAL
5. Autopilot and Yaw Damper	OFF
6. Airspeed	V_{REF}
LANDING	
1. THROTTLES	IDLE
2. Brakes	APPLY (after nosewheel touchdown)
3. Speed Brakes	EXTEND (after nosewheel touchdown)
CAUTION	
If a no-braking condition is encountered during landing, operate the emergency brake system. Maintenance is required before the next flight.	
NOTE	
<ul style="list-style-type: none"> • To obtain maximum braking performance from the antiskid system, the pilot must apply continuous maximum effort (no modulation) to the brake pedals. • The antiskid system does not provide wheel skid protection below approximately 12 knots groundspeed. 	

Figura 9 - Procedimentos *Before Landing e Landing*.
Fonte: *Section III - Operating Procedures* do AFM, página 3-149.

Ele relatou, ainda, que a velocidade da aeronave no momento do cruzamento da cabeceira 36 de SSIJ era de, aproximadamente, 93 kt e, segundo a sua leitura, havia uma componente de vento de cauda.

O PIC relatou a percepção de que o avião não estava desacelerando conforme o esperado após o toque na pista em SSIJ.

Adicionalmente, ele mencionou que, após o trem de pouso auxiliar tocar o solo, a aeronave divergiu um pouco para a direita da linha central, sendo necessária a atuação nos comandos para retornar ao centro da pista.

Informou, ainda, ter colocado os flapes na posição TO/APR durante a corrida de pouso, pois estava considerando arremeter após o toque no solo. Entretanto, informou que não atuou nos manetes de potência dos motores no sentido de acelerá-los e que, por fim, não executou o procedimento de arremetida.

O freio de emergência não foi utilizado durante o pouso.

O AFM trazia itens sequenciais para a execução de uma arremetida com todos os motores operando. No procedimento em questão, a atuação nos flapes deveria ser a terceira ação a ser concluída pelo piloto, após atuar na aceleração dos motores e na atitude da aeronave, conforme ilustra a Figura 10.

SECTION III - OPERATING PROCEDURES NORMAL PROCEDURES	MODEL 510
ALL ENGINES GO-AROUND	
1. THROTTLES	TO DETENT (Thrust Mode Indicator - green T/O)
2. Airplane Pitch Attitude	POSITIVE ROTATION TO +8° (use flight director go-around mode)
3. FLAP Handle	TO/APR
4. Climb Speed	V_{APP} MINIMUM
5. LANDING GEAR Handle	UP (when positive rate-of-climb is established)
6. FLAP Handle	UP
7. THROTTLES	CLB DETENT

Figura 10 - Procedimentos de arremetida.

Fonte: *Section III - Operating Procedures* do AFM, página 3-150.

Os procedimentos de pouso não contemplavam o recolhimento dos flapes, os quais deveriam ser retraídos da posição LAND, apenas após a conclusão do pouso.

Considerando as condições meteorológicas experimentadas no dia do acidente, a Comissão de Investigação buscou informações nos manuais disponibilizados pelo fabricante, a fim de identificar os parâmetros para uma operação segura naquele contexto.

O AFM, em sua Seção IV, estabelecia as distâncias de pouso não fatoradas para a aeronave. As distâncias eram calculadas com base no peso de pouso, direção e intensidade do vento, temperatura ambiente, posição dos flapes e altitude do campo.

O peso básico operacional da aeronave era de 5.150 lb e o PR-MCL foi abastecido com a capacidade máxima dos tanques, totalizando 2.580 lb de Querosene de Aviação (QAV-1). Acrescidos o peso do piloto e bagagens, obteve-se um peso de decolagem da ordem de 8.200 lb.

O Peso Máximo de Decolagem (PMD) estipulado pelo fabricante era de 8.645 lb.

O trajeto entre SBBI e SSIJ era de 304,4 NM. O manual *Flight Planning Guide, Revision FM-03, OM-00*, publicado pelo fabricante em 2007, trazia uma tabela de planejamento de vários parâmetros de operação em sua Seção *Mission Planning Table*, páginas 25, 26, 27 e 28.

Essa seção do manual estabelecia altitudes entre 33.000 ft e 37.000 ft como típicas para voos entre trechos com 300 NM a 499 NM de distância (Figura 11).

Typical cruise altitudes for various distances are:	
<u>Distance (nm)</u>	<u>Typical Cruise Altitude (ft)</u>
0 - 99	6,000 - 15,000
100 - 199	14,000 - 28,000
200 - 299	27,000 - 35,000
300 - 499	33,000 - 37,000
500 - 999	35,000 - 39,000
1000 +	39,000 - 41,000

Figura 11 - Altitudes típicas de cruzeiro.

Fonte: adaptado de *Flight Planning Guide, Revision FM-03, OM-00*.

Entretanto, o voo que culminou no acidente foi planejado e conduzido a 32.000 ft de altitude, sob *Instruments Flight Rules* (IFR - regras de voo por instrumentos).

O *Flight Planning Guide* trazia tabelas de consumo de combustível, de acordo com a distância entre dois pontos e a altitude em que o voo era conduzido. As tabelas consideravam apenas níveis de voo ímpares. Por essa razão, os cálculos de consumo consideraram a altitude de 31.000 ft como referência.

Dessa forma, considerou-se que a aeronave levaria 58 minutos de voo para percorrer uma distância de 300 NM, tendo um consumo de 733 lb de combustível (Figura 12).

CITATION MUSTANG											
MISSION PLANNING											
FLIGHT TIME & FUEL BURN											
Dist (nm)	15,000		25,000		27,000		29,000		31,000		
	Time (min)	Fuel (lb)									
100	0:22	375	0:21	336	0:22	329					
150	0:31	528	0:30	460	0:31	446	0:32	435	0:31	426	
200	0:41	682	0:39	584	0:40	562	0:40	544	0:40	528	
250	0:51	836	0:48	708	0:49	678	0:49	654	0:49	630	
300	1:00	990	0:57	832	0:57	795	0:58	763	0:58	733	
350	1:10	1,144	1:06	957	1:06	912	1:07	873	1:06	836	

Figura 12 - Fatores de planejamento para 31.000 ft de altitude.
Fonte: adaptado de *Flight Planning Guide, Revision FM-03, OM-00*.

Com base nos parâmetros de planejamento definidos no *Flight Planning Guide*, calculou-se que o peso no momento do pouso correspondia ao peso de decolagem decrescido do consumo de combustível necessário para o voo.

Dessa forma, obteve-se um peso de pouso da ordem de 7.467 lb. O fabricante estabelecia 8.000 lb como peso máximo de pouso para o modelo.

O cálculo do centro de gravidade (CG) da aeronave indicou que o avião estava dentro dos limites previstos pelo fabricante.

Com a finalidade de calcular a distância requerida para o pouso em SSIJ, utilizou-se a tabela constante da Seção IV do AFM.

Os cálculos foram realizados utilizando-se a tabela correspondente a 1.000 ft de elevação do campo; 7.500 lb de peso de pouso; Velocidade de Referência (V_{REF}) de 91 kt; temperatura de 25°C; e vento nulo.

Dessa forma, a distância de aterrissagem requerida para as condições de referência foi calculada em 2.380 ft (aproximadamente 726 m), conforme observado na Figura 13.

SECTION IV - PERFORMANCE APPROACH AND LANDING						MODEL 510					
LANDING DISTANCE - FEET						ACTUAL DISTANCE					
STALL WARNING - NORMAL						FLAPS - LAND					
ANTI-ICE - OFF / ON						1000 FEET					
CONDITIONS: LANDING GEAR - DOWN						AIRSPEED - VREF AT 50 FEET					
THRUST - IDLE AT 50 FEET											
SOME CONDITIONS MAY BE BRAKE ENERGY OR CLIMB LIMITED. OBTAIN ALLOWABLE WEIGHT FROM MAXIMUM LANDING WEIGHT TABLES.											
*WEIGHT = 8645 POUNDS						WEIGHT = 8000 POUNDS					
VREF = 98 KIAS			VAPP = 105 KIAS			VREF = 94 KIAS			VAPP = 101 KIAS		
TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS	TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS
-35	2850	2270	2120	1970	1830	-30	2710	2170	2010	1880	1780
-30	2890	2310	2150	2000	1860	-25	2750	2190	2040	1910	1780
-25	2930	2340	2180	2030	1890	-20	2780	2220	2070	1930	1800
-20	2970	2380	2210	2060	1920	-15	2820	2260	2100	1960	1830
-15	3010	2410	2250	2100	1950	-10	2850	2290	2130	1990	1860
-10	3050	2440	2280	2130	1980	-5	2890	2320	2160	2020	1880
-5	3090	2480	2310	2160	2010	0	2920	2350	2190	2040	1910
0	3140	2510	2350	2190	2040	5	2960	2380	2220	2070	1930
5	3180	2550	2380	2220	2070	10	3000	2410	2250	2100	1960
10	3220	2590	2410	2250	2100	15	3030	2440	2280	2130	1990
15	3260	2620	2450	2290	2130	20	3070	2480	2320	2160	2010
20	3310	2660	2480	2320	2170	25	3120	2510	2350	2190	2050
25	3360	2700	2520	2360		30				2220	2080
30	3400	2740	2560	2390		35				2250	2100
35	3450	2780	2600	2420		40				2290	2140
40	3500	2810	2630	2460		45				2320	2170
41	3510	2820	2640	2460		47				2320	2170
*WEIGHT = 7500 POUNDS						WEIGHT = 7000 POUNDS					
VREF = 91 KIAS			VAPP = 98 KIAS			VREF = 87 KIAS			VAPP = 95 KIAS		
TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS	TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS
-30	2580	2060	1920	1790		-30	2580	2060	1920		
-25	2610	2080	1950	1820		-25	2610	2080	1950		
-20	2640	2110	1980	1840		-20	2640	2110	1980		
-15	2670	2140	2000	1870		-15	2670	2140	2000		
-10	2710	2170	2020	1890		-10	2710	2170	2020		
-5	2740	2200	2050	1920		-5	2740	2200	2050		
0	2770	2220	2080	1940		0	2770	2220	2080		
5	2810	2250	2110	1970		5	2810	2250	2110		
10	2840	2280	2130	1990		10	2840	2280	2130		
15	2870	2310	2160	2020		15	2870	2310	2160		
20	2910	2340	2190	2040		20	2910	2340	2190		
25	2950	2380	2220	2070		25	2950	2380	2220		
30	2980	2410	2250	2100	1970	30	2980	2410	2250	1990	1860
35	3020	2440	2280	2130	1990	35	3020	2440	2280	2010	1890
40	3060	2470	2310	2160	2020	40	3060	2470	2310	2040	1910
45	3090	2500	2340	2190	2040	45	3090	2500	2340	2070	1940
47	3110	2510	2350	2200	2050	47	3110	2510	2350	2080	1950

Figura 13 - Tabela para o cálculo de distância de pouso, vento zero.

Fonte: Section IV - Performance Approach and Landing do AFM, página 4-242.

A Seção IV do AFM não estabelecia condições de fatoração da distância de pouso para pista molhada, estes dados constavam da Seção VII - *Advisory Information*.

Na tabela 7-11 da referida Seção, era possível fatorar valores de distâncias de pouso, calculados inicialmente para pista seca, para a condição de pista molhada.

Ao utilizar a tabela de conversão para pista molhada, considerou-se a distância de 2.400 ft por ser a mais próxima dos 2.380 ft calculados para pista seca.

Verificou-se que, com pista molhada, a distância de pouso aumentou para 3.350 ft (1.021 m), distância 970 ft (296 m) maior do que a inicialmente calculada para pista seca.

LANDING DISTANCE - FEET ANTI-ICE OFF / ON										FLAPS - LAND AIRSPEED - V_{REF} STALL WARNING - NORMAL							
DRY RUNWAY	ADVERSE RUNWAY CONDITIONS (WITHOUT TAILWINDS, 50 FT SCREEN HEIGHT)																
	WET RUNWAY	WATER COVERED RUNWAY - INCHES *					SLUSH OR WET SNOW COVERED RUNWAY - INCHES *					DRY SNOW INCHES *		COMPACT SNOW	WET ICE **		
		0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	2.0				
1200	1550	1650	1800	1950	2100	2200	2300	2450	2600	2750	2900	3050	3200	1700	1550	1850	4900
1400	1800	1950	2100	2250	2400	2500	2650	2800	2950	3100	3250	3400	3550	2100	1850	2250	5700
1600	2100	2250	2400	2550	2700	2800	2950	3100	3250	3400	3550	3700	3850	2500	2200	2650	7450
1800	2450	2750	2950	3150	3350	3450	3650	3850	4050	4250	4450	4650	4850	2950	2500	3100	10500
2000	2750	3150	2950	3150	3350	3450	3650	3850	4050	4250	4450	4650	4850	3350	2850	3500	13550
2200	3050	3600	3300	3500	3700	3800	4000	4200	4400	4600	4800	5000	5200	3750	3200	4000	16600
2400	3350	3900	3600	3800	4000	4100	4300	4500	4700	4900	5100	5300	5500	4150	3500	4450	
2600	3650	4400	4000	4200	4400	4500	4700	4900	5100	5300	5500	5700	5900	4550	3800	4900	
2800	3950	4850	4400	4600	4800	4900	5100	5300	5500	5700	5900	6100	6300	4950	4100	5100	
3000	4250	5300	4800	5000	5200	5300	5500	5700	5900	6100	6300	6500	6700	5350	4350	5300	
3200	4550	5750	5200	5400	5600	5700	5900	6100	6300	6500	6700	6900	7100	5750	4600	5500	
3400	4850	6150	5550	5750	5950	6050	6250	6450	6650	6850	7050	7250	7450	6150	4800	5700	
3600	5200	6550	5900	6150	6400	6500	6700	6900	7100	7300	7500	7700	7900	6550	5000	5900	
3800	5500	6950	6250	6550	6850	6950	7150	7350	7550	7750	7950	8150	8350	6950	5200	6100	
4000	5800	7350	6600	6950	7300	7400	7600	7800	8000	8200	8400	8600	8800	7350	5400	6300	
4200	6100	7750	6950	7350	7700	7800	8000	8200	8400	8600	8800	9000	9200	7750	5600	6500	
4400	6400	8150	7300	7750	8100	8200	8400	8600	8800	9000	9200	9400	9600	8150	5800	6650	
4600	6700	8550	7650	8100	8450	8550	8750	8950	9150	9350	9550	9750	9950	8550	6000	6850	
4800	7000	8950	8000	8500	8850	8950	9150	9350	9550	9750	9950	10150	10350	8950	6200	7050	
5000	7300	9350	8350	8850	9200	9300	9500	9700	9900	10100	10300	10500	10700	9350	6400	7250	
5200	7600	9750	8700	9200	9550	9650	9850	10050	10250	10450	10650	10850	11050	9750	6600	7450	
5400	7900	10150	9050	9550	9900	10000	10200	10400	10600	10800	11000	11200	11400	10150	6800	7650	
5600	8200		9400	9900	10250	10350	10550	10750	10950	11150	11350	11550	11750	10550	7000	7850	
5800	8500		9750	10250	10600	10700	10900	11100	11300	11500	11700	11900	12100	10950	7200	8050	
6000	8800		10100	10600	10950	11050	11250	11450	11650	11850	12050	12250	12450	11350	7400	8250	
6200	9100			10450	10900	11000	11200	11400	11600	11800	12000	12200	12400	11750	7600	8450	
6400	9400			10800	11250	11350	11550	11750	11950	12150	12350	12550	12750	12150	7800	8650	
6600	9700			11150	11600	11700	11900	12100	12300	12500	12700	12900	13100	12550	8000	8850	
6800	10000			11500	11950	12050	12250	12450	12650	12850	13050	13250	13450	12950	8200	9050	
7000				11850	12300	12400	12600	12800	13000	13200	13400	13600	13800	13350	8400	9250	
7200				12200	12650	12750	12950	13150	13350	13550	13750	13950	14150	13750	8600	9450	
7400				12550	13000	13100	13300	13500	13700	13900	14100	14300	14500	14100	8800	9650	
7600				12900	13350	13450	13650	13850	14050	14250	14450	14650	14850	14450	9000	9850	
7800				13250	13700	13800	14000	14200	14400	14600	14800	15000	15200	14800	9200	10050	
8000				13600	14050	14150	14350	14550	14750	14950	15150	15350	15550	15150	9400		
8500				14300	14750	14850	15050	15250	15450	15650	15850	16050	16250	15850	9900		
9000				15000	15450	15550	15750	15950	16150	16350	16550	16750	16950	16550	10400		
9500																	
10000																	

Figura 14 - Tabela para o cálculo de distância de pouso, vento nulo e pista molhada.

Fonte: Section VII - Advisory Information do AFM, página S4-82.

Como o piloto relatou que teve a percepção de que aproximou para pouso com uma componente de vento de cauda, foram realizados cálculos no intuito de determinar a influência desse fator na distância de pouso.

Para os cálculos, foram utilizados os mesmos parâmetros de referência considerados para a condição de vento nulo (1.000 ft de elevação; 7.500 lb de peso; V_{REF} de 91 kt; temperatura de 25°C).

Porém, considerou-se a componente de 10 kt de vento de cauda, valor mínimo estabelecido pelas tabelas constantes do manual da aeronave.

Nessas condições, a distância de pouso encontrada foi de 2.950 ft (899 m), conforme ilustrado na Figura 15.

SECTION IV - PERFORMANCE
APPROACH AND LANDING

MODEL 510

LANDING DISTANCE - FEET ACTUAL DISTANCE
STALL WARNING - NORMAL
ANTI-ICE - OFF / ONFLAPS - LAND
1000 FEETCONDITIONS: LANDING GEAR - DOWN
THRUST - IDLE AT 50 FEET

AIRSPEED - VREF AT 50 FEET

SOME CONDITIONS MAY BE BRAKE ENERGY OR CLIMB LIMITED. OBTAIN ALLOWABLE WEIGHT FROM MAXIMUM LANDING WEIGHT TABLES.

*WEIGHT = 8645 POUNDS VREF = 98 KIAS VAPP = 105 KIAS						WEIGHT = 8000 POUNDS VREF = 94 KIAS VAPP = 101 KIAS					
TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS	TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS
-35	2850	2270	2120	1970	1830	-30	2710	2170	2010	1880	1760
-30	2890	2310	2150	2000	1860	-25	2750	2190	2040	1910	1780
-25	2930	2340	2180	2030	1890	-20	2780	2220	2070	1930	1800
-20	2970	2380	2210	2060	1920	-15	2820	2260	2100	1960	1830
-15	3010	2410	2250	2100	1950	-10	2850	2290	2130	1990	1860
-10	3050	2440	2280	2130	1980	-5	2890	2320	2160	2020	1880
-5	3090	2480	2310	2160	2010	0	2920	2350	2190	2040	1910
0	3140	2510	2350	2190	2040	5	2960	2380	2220	2070	1930
5	3180	2550	2380	2220	2070	10	3000	2410	2250	2100	1960
10	3220	2590	2410	2250	2100	15	3030	2440	2280	2130	1990
15	3260	2620	2450	2290	2130	20	3070	2480	2320	2160	2010
20	3310	2660	2480	2320	2170	25	3120	2510	2350	2190	2050
25	3360	2700	2520	2360	2210	30	3170	2550	2390	2220	2080
30	3400	2740	2560	2390	2250	35	3220	2590	2430	2250	2100
35	3450	2780	2600	2420	2290	40	3270	2630	2470	2280	2140
40	3500	2810	2630	2460	2330	45	3320	2670	2510	2310	2170
41	3510	2820	2640	2460	2330	47	3350	2680	2520	2320	2170

WEIGHT = 7500 POUNDS VREF = 91 KIAS VAPP = 98 KIAS						WEIGHT = 7500 POUNDS VREF = 91 KIAS VAPP = 98 KIAS					
TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS	TEMP DEG C	TAILWIND 10 KTS	ZERO WIND	HEADWINDS 10 KTS	20 KTS	30 KTS
-30	2580	2060	1920	1790	1660	30	2820	2270	2130	1990	1860
-25	2610	2080	1950	1820	1690	35	2850	2300	2150	2020	1890
-20	2640	2110	1980	1840	1720	40	2880	2330	2180	2040	1910
-15	2670	2140	2000	1870	1750	45	2920	2360	2210	2070	1940
-10	2710	2170	2020	1890	1780	47	2930	2370	2220	2080	1950
-5	2740	2200	2050	1920	1810						
0	2770	2220	2080	1940	1840						
5	2810	2250	2110	1970	1870						
10	2840	2280	2130	1990	1890						
15	2870	2310	2160	2020	1920						
20	2910	2340	2190	2040	1940						
25	2950	2380	2220	2070	1970						
30	2980	2410	2250	2100	1990						
35	3020	2440	2280	2130	1990						
40	3060	2470	2310	2160	2020						
45	3090	2500	2340	2190	2040						
47	3110	2510	2350	2200	2050						

Figura 15 - Tabela para o cálculo de distância de pouso com vento de cauda.

Fonte: Section IV - Performance Approach and Landing do AFM, página 4-242.

O valor encontrado era válido para uma condição de pista seca. Para converter os valores para condição de pista molhada utilizou-se a tabela de conversão do Manual da aeronave.

Considerou-se a distância de 3.000 ft por ser a mais próxima dos 2.950 ft calculados para pista seca.

Verificou-se que, com pista molhada, a distância de pouso aumentou para 4.250 ft (1.295 m), distância 1.300 ft (396 m) maior que a inicialmente calculada para pista seca (Figura 16).

MODEL 510

SECTION VII - ADVISORY INFORMATION

LANDING DISTANCE - FEET
ANTI-ICE OFF / ON

FLAPS - LAND
AIRSPEED - V_{REF}
STALL WARNING - NORMAL

DRY RUNWAY	ADVERSE RUNWAY CONDITIONS (WITHOUT TAILWINDS, 50 FT SCREEN HEIGHT)														COMPACT SNOW	WET ICE **
	WET RUNWAY	WATER COVERED RUNWAY - INCHES *					SLUSH OR WET SNOW COVERED RUNWAY - INCHES *					DRY SNOW INCHES *				
		0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	0.125	0.2	0.3	0.4	0.5	1.0	2.0			
1200	1550	1650	1600	1550	1500	1450	1650	1550	1600	1550	1500	1700	1550	1850	4900	
1400	1800	1950	1900	1800	1750	1700	1950	1900	1850	1800	1750	2100	1850	2250	5700	
1600	2100	2350	2200	2100	2000	1950							2200	2650	7450	
1800	2450	2750	2600	2450	2300	2200							2500	3100	10500	
2000	2750	3150	2950	2750	2600	2450							2850	3500	13550	
2200	3050	3600	3300	3050	2850	2700							3200	4000	16600	
2400	3350	3950	3650	3350	3100	2950							3500	4450		
2600	3650	4400	4000	3650	3350	3150							3800	4900		
2800	3950	4850	4400	3950	3650	3400							4100	5100		
3000	4250	5200	4800	4300	3950	3650							4350	5300		
3200	4550	5750	5200	4600	4200	3900							4600	5500		
3400	4850	6150	5550	4950	4500	4150							4800	5700		
3600	5200	6550	5900	5250	4800	4400							5000	5900		
3800	5500	6950	6250	5550	5000	4650							5200	6100		
4000	5800	7350	6600	5850	5350	4900							5400	6300		
4200	6100	7750	6950	6150	5650	5150							5600	6500		
4400	6400	8150	7300	6450	5950	5400							5800	6650		
4600	6700	8550	7650	6750	6250	5650							6000	6850		
4800	7000	8950	8000	7050	6550	5900							6200	7050		
5000	7300	9350	8350	7350	6850	6150							6400	7250		
5200	7600	9750	8700	7650	7150	6400							6600	7450		
5400	7900	10150	9050	7950	7450	6650	10350	9750	8650	7700	6900	7550	6800	7650		
5600	8200		9400	8250	7750	6900		10150	9000	8000	7150	7750	7000	7850		
5800	8500		9750	8550	8050	7150			9350	8300	7400	7950	7200	8050		
6000	8800		10100	8850	8350	7400			9700	8600	7650	8150	7400	8250		
6200	9100			9150	8650	7650			10050	8900	7900	8350	7600	8450		
6400	9400			9450	8950	7900				9200	8150	8550	7800	8650		
6600	9700			9750	9250	8150				9500	8400	8750	8000	8850		
6800	10000			10050	9550	8400				9800	8650	8950	8200	9050		
7000					9850	8650				10100	8900	9150	8400	9250		
7200					10150	8900					9150	9350	8600	9450		
7400						9150					9400	9550	8800	9650		
7600						9400					9650	9750	9000	9850		
7800						9650					9900	9950	9200	10050		
8000						9900					10150	10150	9400			
8500						10550							9900			
9000													10400			
9500																
10000																

Figura 16 - Tabela para o cálculo de distância de pouso, considerando pista molhada.
Fonte: Section VII - Advisory Information do AFM, página S4-82.

1.19. Informações adicionais.

Nada a relatar.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de traslado entre os Aeródromos SBBI e SSIJ com apenas o piloto a bordo. A aeronave realizou um pouso no sentido da pista 36 e ultrapassou a cabeceira oposta, vindo a parar em área de declive, fora dos limites da pista.

De acordo com os registros de manutenção, as cadernetas de célula e motores da aeronave estavam com as escriturações atualizadas. Ademais, não houve relatos de anormalidades da aeronave por parte do piloto, bem como não havia registros de mau funcionamento de sistemas da aeronave em sua documentação técnica.

Diante desse cenário, concluiu-se que não houve contribuição de falhas da aeronave e/ou de quaisquer de seus sistemas para o acidente em tela.

Durante a preparação para o voo, a aeronave foi completamente abastecida com combustível. Considerando-se o peso básico da aeronave, a quantidade de combustível nos tanques, o peso do piloto e a carga a bordo, calculou-se um peso de decolagem da ordem de 8.200 lb, valor inferior ao PMD estipulado pelo fabricante (8.645 lb).

O voo teve duração total de uma hora e foi conduzido sob IFR a 32.000 ft de altitude. Nessas condições, segundo dados do *Flight Planning Guide*, o consumo de combustível foi de 733 lb, perfazendo um peso estimado de pouso da ordem de 7.467 lb, valor inferior ao estabelecido pelo fabricante como peso máximo de pouso (8.000 lb).

Diante do exposto, concluiu-se que a aeronave operava dentro dos limites de peso definidos pelo fabricante.

Dados meteorológicos obtidos das imagens de satélite, radar meteorológico, carta SIGWX, mensagem TAF e AD WRNG evidenciaram que havia previsão de nuvens de grande desenvolvimento vertical, dos tipos TCU e CB, para as proximidades de SSIJ. Ademais, havia a presença de trovoadas com chuva moderada, o que, por consequência, poderia ocasionar restrição de visibilidade horizontal e/ou vertical na região. Além das previsões meteorológicas, imagens das câmeras de segurança do aeródromo mostraram que chovia no momento do pouso que culminou no acidente.

Dessa forma, concluiu-se que havia um cenário de atmosfera instável na região que compreendia o aeródromo de destino e que a pista de SSIJ estava molhada no momento do pouso do PR-MCL naquela localidade.

Segundo relatos do piloto, para fins de planejamento do voo, foi utilizado um aplicativo desenvolvido para dispositivos móveis chamado *ForeFlight*. Por meio desse aplicativo, foi realizada uma análise das condições de operação em SSIJ, tendo sido considerado que a operação era viável, apesar das previsões meteorológicas indicarem uma condição climática instável. O voo transcorreu sem anormalidades até a fase de aproximação para o pouso.

O piloto relatou ter realizado todos os itens de preparação para o pouso, incluindo a lista de verificações *Before Landing*, oportunidade em que realizou a extensão dos flapes para a posição LAND.

As câmeras de segurança do aeródromo registraram o momento do pouso. As imagens mostraram que o toque no solo se deu em uma posição, aproximadamente, 340 m após o cruzamento da cabeceira 36.

Com o objetivo de determinar a distância necessária para o pouso do PR-MCL na localidade de SSIJ, foram realizadas consultas aos gráficos de desempenho disponibilizados pelo fabricante por meio do AFM. Os gráficos de desempenho para cálculo de distância de pouso do AFM consideravam a condição de pista seca. Como a pista de SSIJ estava molhada no momento do pouso, foi necessário utilizar-se da tabela de conversão do AFM para fatorar os valores encontrados nos gráficos de pista seca para valores de distância de pouso em pista molhada.

O Aeródromo Ijuí era dotado de um dispositivo indicador de direção do vento (biruta). As imagens provenientes de câmeras de segurança disponibilizadas à Comissão de Investigação não enquadravam a biruta, impossibilitando a análise da direção do vento predominante no momento do pouso por esse dispositivo. Entretanto, o piloto relatou que teve a percepção de que havia uma componente de vento de cauda durante o pouso. Diante desse cenário, foram calculadas as distâncias de pouso para a condição de vento nulo, bem como para a condição de vento de cauda.

Para uma condição de pista molhada e vento nulo, a aeronave teria uma distância de pouso calculada de 1.021 m, distância inferior ao comprimento da pista de SSIJ, que era de 1.280 m.

Para uma condição de pista molhada e 10 kt de componente de vento de cauda (menor valor de componente de vento de cauda constante das tabelas do AFM), a aeronave teria uma distância de pouso calculada de 1.295 m, distância superior ao comprimento da pista de SSIJ, que era de 1.280 m.

Diante dos resultados, é possível afirmar que o pouso do PR-MCL em SSIJ, nas condições operacionais em que se encontrava, mormente com a pista molhada, eram adequadas, apesar de próximas ao limite, para a situação de vento nulo. Entretanto, para uma situação de pouso com componente de vento de cauda, concluiu-se que as condições eram incompatíveis com a operação, uma vez que a distância de pouso calculada superava a extensão total da pista.

O piloto relatou que, durante a corrida após o pouso, considerou a possibilidade de realizar uma arremetida. Dessa forma, atuou no sentido de colocar os flapes na posição TO/APR sem, contudo, acelerar os motores, e tampouco seguir os demais itens do procedimento de arremetida descritos no AFM.

Ressalta-se que a atuação do piloto nos flapes durante uma manobra de arremetida era o terceiro item do procedimento previsto no AFM. Isso significa dizer que, após a tomada de decisão e início do procedimento de arremetida, o piloto deveria atuar nos manetes para acelerar os motores e estabelecer uma atitude de *pitch* de 8° positivos, antes de atuar no sentido de levar os flapes para a posição TO/APR.

Os procedimentos de pouso não contemplavam o recolhimento dos flapes, os quais deveriam ser retraídos da posição LAND apenas após a conclusão do pouso. O fato de os flapes terem sido recolhidos para a posição TO/APR, durante a corrida de pouso, pode ter contribuído para o aumento da distância de pouso, uma vez que a retração dessas superfícies aerodinâmicas implicava na diminuição do arrasto da aeronave.

O piloto relatou que teve a impressão de que a aeronave não estava desacelerando conforme o esperado durante o pouso. É provável que esse comportamento da aeronave tenha sido uma consequência da retração dos flapes e da consequente diminuição do arrasto da aeronave durante a corrida de pouso.

Assim, não foi possível descartar que a retração dos flapes tenha contribuído para que a aeronave extrapolasse os limites de extensão da pista.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o CMA em vigor;
- b) o piloto estava com as habilitações de aeronave tipo C510 e IFRA em vigor;
- c) o PIC estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o CVA válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula e motores estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas reinantes nas proximidades de SSIJ eram de instabilidade com presença de chuva, trovoadas, nuvens de grande desenvolvimento vertical e rajadas de vento;
- h) chovia no momento do pouso e a pista de SSIJ estava molhada;
- i) o toque na pista foi, aproximadamente, 340 m após a cabeceira 36;
- j) durante o pouso, a aeronave percorreu toda a extensão da pista e ultrapassou os seus limites na cabeceira oposta;

- k) a aeronave teve danos substanciais; e
- l) o PIC saiu ileso.

3.2. Fatores contribuintes.

- Condições meteorológicas adversas - contribuiu.

As condições meteorológicas reinantes nas proximidades de SSIJ eram de instabilidade com presença de chuva, trovoadas, nuvens de grande desenvolvimento vertical e rajadas de vento. Nessas condições, a operação da aeronave era crítica, mormente no que tange ao comprimento da pista e distância de pouso para as condições de pista molhada e componente de vento de cauda.

- Julgamento de pilotagem - contribuiu.

A decisão de prosseguir na operação da aeronave nas condições operacionais e de meteorologia que se apresentavam evidenciou falhas no julgamento do piloto, pois em um cenário de pista molhada e de componente de vento de cauda, a distância calculada de pouso era maior do que o comprimento de pista disponível na localidade de SSIJ à época do acidente.

- Planejamento de voo - contribuiu.

A decisão de prosseguir com o voo diante do cenário de instabilidade das previsões meteorológicas disponíveis e da situação de pista molhada evidenciou falhas na preparação do voo, em especial no que tange à determinação da direção e intensidade do vento de superfície no aeródromo, fator esse determinante no contexto do acidente.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não há.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em 23 de junho de 2025.