

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-109/CENIPA/2014

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PP-PIM
MODELO:	525
DATA:	13JUN2014



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 PP-PIM, modelo 525, ocorrido em 13JUN2014, classificado como “[SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente”.

Após o pouso os tripulantes não obtiveram êxito na frenagem da aeronave e ultrapassaram o final da pista, colidindo contra obstáculos.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesão grave; o copiloto e os cinco passageiros sofreram lesões leves.

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



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	7
1.1. Histórico do voo.....	7
1.2. Lesões às pessoas.....	7
1.3. Danos à aeronave.	7
1.4. Outros danos.....	8
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	8
1.5.2. Formação.	8
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.	8
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	8
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.	8
1.6. Informações acerca da aeronave.	8
1.7. Informações meteorológicas.	9
1.8. Auxílios à navegação.	9
1.9. Comunicações.....	9
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11. Gravadores de voo.....	10
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.	10
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.	16
1.13.1. Aspectos médicos.....	16
1.13.2. Informações ergonômicas.....	16
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.	19
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	19
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.	23
1.18. Informações operacionais.	23
1.19. Informações adicionais.....	27
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	28
2. ANÁLISE.....	28
3. CONCLUSÕES.....	33
3.1. Fatos.	33
3.2. Fatores contribuintes.....	33
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	34
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	35

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i> - Gravador de Voz da Cabine
DIVOP	Divulgação Operacional
FOD	<i>Foreign Object Damage</i> - Dano Causado por Objeto Estranho
IAC	Instrução de Aviação Civil
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
IFRA	Habilitação de Voo por Instrumentos - Avião
INVA	Habilitação de Instrutor de Voo - Avião
IS	Instrução Suplementar
KMCO	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional de Orlando, Flórida, EUA
MBPV	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional Providenciales, Ilhas Turks e Caicos
MLTE	Habilitação de Classe Avião Multimotor Terrestre
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i> - Informações aos Aeronavegantes
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PN	<i>Part Number</i> - Número de Peça
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBHA	Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica
RESA	<i>Runway End Safety Area</i> - Área de Segurança de Fim de Pista
SBGO	Designativo de localidade - Aeródromo Santa Genoveva, Goiânia, GO
SBMQ	Designativo de localidade - Aeródromo de Macapá, AP
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SN	<i>Serial Number</i> - Número de Série
SWEF	Designativo de localidade - Aeródromo da Fazenda Europa, Cocalinho, MT
SWNH	Designativo de localidade - Aeródromo de Aruanã, GO
TGPY	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional Point Salines, Granada
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - Tempo Universal Coordenado
Vapp	Velocidade de Aproximação

VFR *Visual Flight Rules - Regras de Voo Visual*

Vref *Velocidade de Referência*



1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: 525	Operador: Planalto Indústria Mecânica Ltda.
	Matrícula: PP-PIM	
Ocorrência	Fabricante: Cessna Aircraft	Tipo(s): [SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente
	Data/hora: 13JUN2014 - 10:47 (UTC)	
	Local: Aeródromo de Aruanã (SWNH)	
	Lat. 14°56'22"S Long. 051°03'15"W	
	Município - UF: Aruanã - GO	Subtipo(s): NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Santa Genoveva (SBGO), Goiânia, GO, com destino à Fazenda Europa (SWEF), Cocalinho, MT, às 10h15min (UTC), a fim de efetuar transporte de pessoal, com dois pilotos e cinco passageiros a bordo.

Durante o voo a tripulação modificou o local de destino e, às 10h47min (UTC), a aeronave efetuou o pouso na pista 24 do Aeródromo de Aruanã (SWNH), GO.

Durante a corrida após o pouso, os pilotos não obtiveram êxito na frenagem da aeronave, que ultrapassou o limite final da pista, colidiu contra a cerca do aeródromo e contra um barranco, parando próxima a uma rodovia.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu lesões graves. O copiloto e os cinco passageiros sofreram lesões leves.



Figura 1 - Vista lateral esquerda da aeronave após a parada total.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	1	-	-
Leves	1	5	-
Ilesos	-	-	-

1.3. Danos à aeronave.

Houve danos substanciais à estrutura da aeronave.

1.4. Outros danos.

A cerca de grade metálica com pilares de concreto que delimitava o aeródromo foi danificada pela aeronave.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	Piloto	Copiloto
Totais	17.000:00	1.078:00
Totais, nos últimos 30 dias	30:00	40:00
Totais, nas últimas 24 horas	00:30	00:30
Neste tipo de aeronave	38:40	04:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	11:30	04:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:30	00:30

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

1.5.2. Formação.

O piloto realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube de Goiás, GO, em 1967.

O copiloto realizou o curso de PPR no Aeroclube de Votuporanga, SP, em 2002.

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

O piloto possuía a Licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de aeronave tipo C525 (que incluía o modelo 525 - *Citation Jet*), Avião Multimotor Terrestre (MLTE), Instrutor de Voo - Avião (INVA) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) válidas.

O copiloto possuía a Licença de Piloto Comercial - Avião (PCM), estava com a habilitação MLTE válida e com a habilitação IFRA vencida desde janeiro de 2014. Ele não possuía habilitação de aeronave tipo C525.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

O piloto estava qualificado e sua experiência na operação de aeronaves de propulsão a jato iniciou-se em janeiro de 2014, totalizando 38 horas e 40 minutos, todas realizadas na aeronave acidentada.

O copiloto não estava qualificado para operação do C525 e não possuía experiência anterior na operação de aeronaves de propulsão a jato.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

O piloto e o copiloto estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave de asa baixa, de número de série 525-0548, foi fabricada pela *Cessna Aircraft*, em 2005, e estava registrada na Categoria de Serviços Aéreos Privados (TPP).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

Era equipada com dois motores *turbofan Williams FJ44-1A*, utilizada para transporte de até seis passageiros, certificada para tripulação mínima de um piloto.

Após a aquisição da aeronave pela Planalto Indústria Mecânica Ltda., esta foi submetida à Vistoria Técnica Inicial pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), em 23JAN2014, por motivo de nacionalização, constatando-se sua aeronavegabilidade de acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC); o Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA); e com as Instruções de Aviação Civil (IAC) e Instruções Suplementares (IS) aplicáveis.

Os serviços de manutenção eram realizados em periodicidade adequada ao programa de manutenção do fabricante.

As últimas inspeções, do tipo "*Inspection Document 2, 9, 10, 11, 12, 21, 33 e 36*", de acordo com o *Cessna 525 Maintenance Manual*, e *Enviro Systems 12 Month Inspection*, foram realizadas cumulativamente com a Inspeção Anual de Manutenção (IAM). Esses serviços foram concluídos em 05JUN2014 pela organização de manutenção *Orlando Citation Service Center* (Flórida, Estados Unidos).

Nas inspeções citadas acima, além da execução dos cartões previstos no programa de manutenção, foram realizadas as seguintes tarefas:

- *Special Detail Inspect Left / Right Main Landing Gear Wheel (inspection document 14)*;
- *Special Detail Inspect Nose Landing Gear Wheel Assy (inspection document 14)*;
- *Left Main Landing Gear Brake Assy (Part Number (PN) 2-1559-3 / Alternate Part 9912398-8 / Serial Number 0214)* - comentário: "removido devido a desgaste. Instalado o *brake assembly overhauled (Serial Number 1236)* pela *Goodrich Aircraft Wheels & Brakes (Wichita, KS - EUA)*, considerado bom nos testes operacionais e de vazamento"; e
- *Right Main Landing Gear Brake Assy (PN 2-1559-3 / Alternate Part 9912398-8 / Serial Number 0096)* - comentário: "removido devido a desgaste. Instalado o *brake assembly overhauled (Serial Number 0881)* pela *Goodrich Aircraft Wheels & Brakes (Wichita, KS - EUA)*, considerado bom nos testes operacionais e de vazamento".

Também foram removidos os pneus dos trens de pousos principais e do nariz por desgaste e instalados pneus novos.

Após as inspeções e os serviços mencionados, a aeronave voou 11 horas e 30 minutos até a ocorrência em tela. O pouso em que houve o acidente foi o quinto após o retorno de inspeção.

No diário de bordo, após a última inspeção, não foi registrada nenhuma anormalidade no funcionamento dos sistemas da aeronave.

A aeronave possuía o total de 3.517 horas de célula desde nova.

1.7. Informações meteorológicas.

No horário da ocorrência, as condições eram favoráveis ao voo visual, com visibilidade acima de 10km, sem presença de nuvens, temperatura aproximada de 26°C e vento estimado pelo piloto de 230° com 8kt.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Não houve coordenação com o órgão de controle de tráfego aéreo para informação de mudança de destino de SWEF para SWNH.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público, administrado pelo Governo do Estado de Goiás e operava sob Regras de Voo Visual (VFR) em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 06/24, dimensões de 1.300m x 23m, com elevação de 820 pés.

A equipe da Ação Inicial de Investigação mediu a distância da cabeceira 24 até o final da pista, constatando 1.550m. No final da pista 24, havia um prolongamento do piso, após as marcações da cabeceira 06, com extensão de 60m, semelhante a uma *Runway End Safety Area* (RESA).

A pista utilizada para o pouso foi a 24, a qual, em sua metade final, possuía um *slope* negativo.

Na data da ocorrência, havia um *Notice to Airmen* (NOTAM) em vigor, que proibia a operação de aeronaves a jato em SWNH. O texto do NOTAM não especificava o motivo, mas, segundo os funcionários do aeródromo, a restrição se originou em função da presença significativa de pequenas pedras que poderiam causar um *Foreign Object Damage* (FOD). Eles também informaram que a limpeza já havia sido efetuada, mas que o cancelamento do NOTAM ainda não havia se efetivado.

Durante a ação inicial, no dia do acidente, de fato, pôde-se constatar que a pista estava limpa, sem a presença de pedras.

1.11. Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um *Cockpit Voice Recorder* (CVR), modelo FA2100, fabricado pela L-3 communications, e não possuía gravador de dados de voo.

O CVR registrou os últimos 30 minutos de sons e ruídos no âmbito da cabine.

Durante a corrida após o pouso, quando o piloto anunciou que estava aplicando o freio de emergência, houve a gravação de um ruído associado a atuações sucessivas do punho que foi acionado. A equipe de investigação realizou um teste comparativo com o ruído emitido pelo punho do freio de emergência da aeronave. Esse teste será detalhado no item 1.16 deste Relatório.

As informações operacionais coletadas por meio do CVR serão apresentadas no item 1.18 deste Relatório.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

Não foram encontradas marcas de frenagem da aeronave na pista. Havia apenas marcas sutis da passagem dos pneus nos últimos 249m, conforme representado no croqui da Figura 2, a seguir:

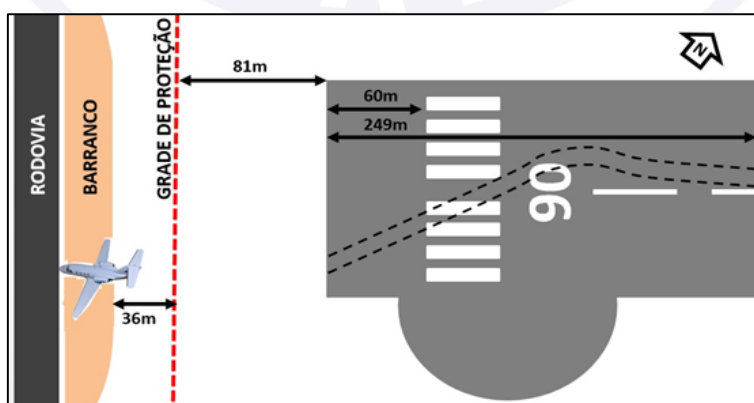


Figura 2 - Croqui com a trajetória da aeronave. Os tracejados em preto representam marcas sutis deixadas pelos pneus da aeronave na pista, nos últimos 249m.

Após o término da pista, a aeronave percorreu 81m, em piso não pavimentado e com vegetação rasteira, até atingir a cerca de arame, sustentada por pilares e alicerce de concreto (Figuras 3 e 4). Em seguida, avançou mais 36m até a sua parada total, após colidir contra um barranco próximo à rodovia.



Figura 3 - Cerca de arame com pilares e alicerce de concreto derrubada pela aeronave.



Figura 4 - Cerca de arame e aeronave na posição de parada final.

Os destroços da aeronave ficaram concentrados. A seção dianteira absorveu a maior quantidade de energia do impacto final, resultando nos danos mais significativos (Figura 5).

Em consequência, o painel frontal da cabine de pilotagem deformou-se, ocasionando lesão grave na perna do piloto e o travamento do manete de potência do motor direito (Figura 6). Com o travamento do manete, a tripulação ficou impossibilitada de realizar o corte do motor direito por meio dos procedimentos normais (recuo do manete até a posição *OFF*).

Na tentativa de efetuar o corte do motor direito, a equipe do Corpo de Bombeiros Militar da cidade de Aruanã mexeu em alguns interruptores na cabine de comando.

O impacto também ocasionou quebra do trem de pouso do nariz e deformações na fuselagem que impediram a abertura da porta da aeronave para execução da evacuação.



Figura 5 - Danos à seção dianteira da aeronave.



Figura 6 - Deformações no painel da aeronave e no console de manetes. O manete do motor direito já aparece reposicionado após a ação da equipe de bombeiros.

O interruptor do *anti-skid* foi encontrado na posição *OFF* (item 1 - Figura 7). A alavanca do trem de pouso estava na posição embaixo e deformou-se com os impactos (item 2 - Figura 7). O suporte de fixação da alavanca de comando do freio de emergência (item 3 - Figura 7) e do comando do trem de pouso em emergência - *auxiliary gear control* (item 4 - Figura 7) deformaram-se com os impactos.



Figura 7 - (1) interruptor do anti-skid na posição OFF; (2) alavanca de comando do trem de pouso na posição embaixo; (3) alavanca de acionamento do freio de emergência; e (4) alavanca de baixamento do trem de pouso por emergência (*auxiliary gear control*).

No painel de disjuntores esquerdo, os disjuntores *NORM PRESS* e *FWD EVAP FAN (ENVIRONMENTAL)*; *R PITOT STATIC (ANTI-ICE)*; e *BRAKE SYSTEM, GEAR CONTROL* e *SKID CONTROL (SYSTEMS)* foram encontrados desarmados após a parada total da aeronave (Figuras 8 e 9).



Figura 8 - Painel de disjuntores esquerdo.



Figura 9 - Disjuntores desarmados - BRAKE SYSTEM, GEAR CONTROL e SKID CONTROL (SYSTEMS).

No painel de disjuntores direito, os disjuntores DME 1, MKR BCN, L FGC, R FGC, AHRS 2, RADAR, ADC 2, PFD2 HTR foram encontrados desarmados, após a parada total da aeronave.

Os *flaps* encontravam-se na posição 60° e os painéis dos *speed brakes* abertos.



Figura 10 - Configuração de *flaps* em 60° e *speed brake* aberto - asa esquerda.



Figura 11 - Configuração de *flaps* em 60° e *speed brake* aberto - asa direita.

As linhas de alimentação hidráulica e pneumática dos sistemas de freio normal e de emergência e suas conexões aos conjuntos de freio direito e esquerdo não apresentavam indícios de vazamento (*brake shuttle valve* e *nitrogen vent line* - Figura 12). Houve vazamento de fluido dos freios apenas dentro do compartimento de componentes hidráulicos, localizado na seção dianteira da aeronave, ou seja, no local de impacto direto contra o barranco. O impacto ocasionou a ruptura do reservatório hidráulico.

O acumulador de nitrogênio do sistema de freio de emergência (Figura 13) encontrava-se com pressão na faixa normal e suas linhas de alimentação pneumática, do reservatório até os conjuntos de freio direito e esquerdo, permaneceram sem avarias.



Figura 12 - Linha de alimentação hidráulica e *nitrogen vent line* do sistema de freios.



Figura 13 - Acumulador de nitrogênio do sistema de freio de emergência (faixa verde de 1.800 a 2.050psi).

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

O piloto e o copiloto, de acordo com os resultados de suas últimas juntas de saúde, não possuíam restrições de ordem fisiológica que os impedissem de realizar o voo. Ambos reportaram a não realização de atividades laborais no dia anterior e que, na última noite, antes do acidente, dormiram mais de sete horas.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Na Figura 14 é possível verificar os punhos de acionamento do freio de emergência e do baixamento do trem de pouso em emergência, bem como suas descrições em língua inglesa. Ressalta-se que a descrição do freio de emergência fica oculta para o piloto posicionado no assento da esquerda, pois a visualização é obstruída pela coluna do manche.

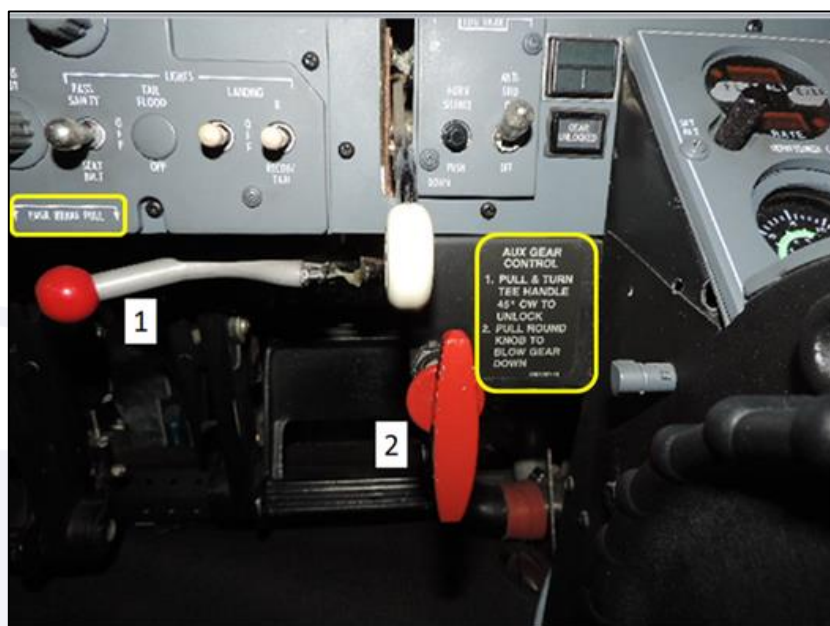


Figura 14 - Painel do 525. (1) - punho de acionamento do freio de emergência, com a descrição *EMERG BREAK PULL*, destacada na foto em amarelo; (2) - *auxiliary gear control*, com a descrição *AUX GEAR CONTROL*.

O piloto, posicionado no assento da esquerda do Cessna 525, tem a visualização do punho de acionamento do sistema de freio de emergência obstruída pela coluna do manche (Figura 15).



Figura 15 - Visão do painel para o piloto posicionado no assento da esquerda do Cessna 525. A visualização do punho de acionamento do freio de emergência encontra-se obstruída pela coluna do manche.

A alavanca de acionamento do trem de pouso por emergência (*auxiliary gear control*) é de fácil visualização, à frente da perna direita do piloto (Figura 16).



Figura 16 - Visualização da alavanca de acionamento do trem de pouso por emergência pelo piloto posicionado no assento da esquerda.

Durante o acionamento do freio de emergência, o piloto não consegue visualizar o referido punho, pois este está fora do seu campo de visão (Figura 17).



Figura 17 - Simulação do acionamento do punho do freio de emergência.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O piloto informou possuir uma longa trajetória profissional na aviação, inclusive com experiências na aviação de garimpo.

Descreveu-se como um profissional cuidadoso e metódico, relatando ter tido uma rotina normal no dia anterior ao acidente.

De acordo com os resultados das últimas inspeções de saúde dos pilotos, eles não possuíam restrições de ordem psicológica para a realização de voos.

Sobre o voo que originou o acidente, piloto e copiloto relataram não terem percebido qualquer anormalidade referente aos freios da aeronave até o momento que tocaram a pista para o pouso.

Durante o pouso, após diversas tentativas, malsucedidas, do uso dos pedais do freio, o piloto informou ter levado sua mão direita a uma alavanca no painel da aeronave, pouco abaixo da altura do seu joelho direito, a qual acreditava ser a alavanca do freio de emergência. Segundo ele, sua ação sobre essa alavanca também não surtiu efeito para a frenagem do avião.

Ainda, segundo o comandante, ele possuía familiaridade e sentia-se seguro para a operação em SWNH. Havia mais de dois anos que já operava naquele aeródromo em outro modelo de aeronave e, com o modelo *Cessna 525*, seria sua quarta vez.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Após a parada total da aeronave, o piloto teve dificuldade de sair da cabine, em função da lesão grave que sofrera na perna. O copiloto verificou que os passageiros tiveram a iniciativa de evacuar a aeronave, então focou sua atenção em auxiliar o piloto no seu abandono.

A evacuação pelos passageiros foi rápida. Eles, inicialmente, tentaram abrir a porta da aeronave e constataram que ela estava emperrada. Em seguida, um deles abriu a saída de emergência.

A primeira passageira que saiu da aeronave possuía cabelos longos. Quando ela passou próximo ao motor direito, que permaneceu acionado, seus cabelos foram sugados em direção à entrada de ar do motor. O passageiro que estava atrás dela a empurrou, evitando que seus cabelos entrassem no motor.

Os tripulantes foram os últimos a saírem da aeronave. O copiloto estimou que a sua saída tenha ocorrido cerca de três minutos após a parada total da aeronave.

O motor direito permaneceu acionado, mesmo após a evacuação de todos os ocupantes.



Figura 18 - Vista da saída de emergência e da entrada de ar do motor direito.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

O reservatório de fluido hidráulico do sistema de freio normal teve fraturas decorrentes do impacto, resultando em vazamento de grande quantidade de fluido. Os demais

componentes dos sistemas de freios normal e de emergência foram removidos da aeronave para execução de testes em bancada.

As linhas de alimentação hidráulica e pneumática dos freios direito e esquerdo, normal e de emergência, estavam em bom estado e sem indícios de vazamentos.



Figura 19 - Conjunto de freio esquerdo e linhas de alimentação hidráulica e pneumática.



Figura 20 - Conjunto de freio direito e linhas de alimentação hidráulica e pneumática.

Os pneus instalados eram novos e, na última inspeção, estavam em boas condições e não apresentavam marcas de desgaste decorrente de frenagem intensa.



Figura 21 - Pneu esquerdo.



Figura 22 - Pneu direito.

Testes dos conjuntos de freio e das *shuttle valves*

O conjunto de freio direito (PN 2-1559-3 e SN 0881), a *shuttle valve* direita (PN 195-191-2 e SN 908), o conjunto de freio esquerdo (PN 2-1559-3 e SN 1236) e a *shuttle valve* esquerda (PN 195-191-2 e SN 1264) foram submetidos a testes funcionais em bancada, nas dependências da *UTC Aerospace Systems* em *Troy (Ohio, Estados Unidos)*, com acompanhamento do Investigador-Encarregado, do Elemento Credenciado em Manutenção (membro da equipe de investigação), de um representante do operador, do Representante Acreditado dos Estados Unidos e do *Adviser* (representante da *Cessna Aircraft*).

Os testes indicaram que:

- as partes internas estavam limpas;
- as partes rotoras podiam ser giradas com facilidade de forma manual;
- os pistões estendiam e retraíam com aplicação de pressão, perfazendo cinco ciclos de zero a 800psi;
- nenhum vazamento foi observado com a manutenção de 800psi de pressão;
- a 10psi, os componentes dos freios tinham menos que 0,020 polegadas de separação, mas giravam livres e com facilidade ao serem movimentados manualmente;
- no conjunto de freio direito, os pinos de desgaste foram medidos e estavam adequados, entre 0,389 e 0,408 polegadas (o pino de desgaste novo mede 0,410 polegadas);
- no conjunto de freio esquerdo, os pinos de desgaste foram medidos e estavam adequados, entre 0,409 e 0,404 polegadas; e
- em ambos os conjuntos de freio, ao ser realizado o teste de aplicação de pressão pelo sistema de emergência, no lado correspondente da *shuttle valve*, a *poppet shuttle* pôde ser ouvida e o fluido foi borrifado para fora pelo outro acesso (entrada da linha de alimentação hidráulica).

Os resultados confirmaram que ambos os conjuntos de freio e suas respectivas *shuttle valves* funcionavam normalmente.

Teste dos *transducers*, da *skid control breaking system - control box* e da *valve assembly power brake relay*

Esses componentes foram submetidos a testes funcionais em bancada, nas dependências da *Crane Aerospace & Electronics* em *Burbank (Califórnia, Estados Unidos)*, com acompanhamento do Investigador-Encarregado, do Elemento Credenciado em Manutenção (membro da equipe de investigação), de um representante do operador, do Representante Acreditado dos Estados Unidos e do *Adviser* (representante da *Cessna Aircraft*).

O dois *transducers* (PN 40-955; SN 6979 e SN 6958) apresentaram desempenho normal nos testes em bancada.

A *skid control breaking system - control box* (PN 42-707-1 e SN 302) foi submetida aos seguintes testes: *voltage*, *skid response*, *PBM*, *locked wheel crossover*, *spinup override*, *squat delay time*, *fault detection and dynamic*. Os resultados atestaram condições de funcionamento normal da *control box*.

Em relação à *valve assembly power brake relay* (PN 38-747 e SN 681), inicialmente, o fluido hidráulico (MIL-H-83282) que se encontrava em seu interior foi removido para análises laboratoriais. Essas confirmaram que o fluido estava dentro das especificações

previstas, sem contaminações. Os testes também indicaram funcionamento normal da *valve assembly power brake relay*.

Teste da *hydraulic pack assy*

A *hydraulic pack assy* (PN 6517102-11 e SN 2885), removida da aeronave PP-PIM em boas condições, foi instalada em outra aeronave de mesmo modelo, nas dependências da TAM Aviação Executiva e Táxi Aéreo S.A. (Jundiaí, SP), com acompanhamento do Investigador-Encarregado e de um Elemento Credenciado em Manutenção (membro da equipe de investigação), no intuito de se avaliar sua funcionalidade.

Os testes indicaram que a *hydraulic pack assy* operou mantendo os parâmetros de pressão normais, que garantiram o correto funcionamento do sistema de freios.

Teste do sistema de freio de emergência

Uma parte da equipe de investigação, composta por dois Elementos Credenciados em Manutenção, acompanhados por um mecânico especializado no modelo de aeronave, realizou o teste do sistema de freios de emergência.

Na execução do teste, verificou-se que o acumulador de nitrogênio do sistema de freio de emergência (apresentado na Figura 13), encontrava-se na faixa verde de operação, indicando entre 1.800 a 2.050psi. As linhas pneumáticas do acumulador até as *shuttle valve* direita e esquerda, permaneceram íntegras após os impactos. Nas aplicações sucessivas do punho do freio de emergência, constatou-se que o nitrogênio estava sendo descarregado com pressão na conexão das *shuttle valve* direita e esquerda.

Exame comparativo dos ruídos registrados no CVR durante a corrida após o pouso

Os ruídos emitidos durante o acionamento do punho do freio de emergência e do comando do trem de pouso em emergência da aeronave PP-PIM foram gravados pela equipe de investigação, a fim de se realizar um exame comparativo com o ruído registrado no CVR, durante a corrida após o pouso, nos instantes em que o piloto mencionou que estava aplicando o freio de emergência.

Esse exame indicou que o som registrado no CVR possuía maior similaridade com o ruído de acionamento do comando do trem de pouso em emergência. Tal fato levou a equipe de investigação a conduzir novas entrevistas com os pilotos, a bordo de outra aeronave do mesmo modelo.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A aeronave fora adquirida pelo proprietário em janeiro de 2014. Ele contratou uma empresa para cuidar dos encargos operacionais e administrativos desta. Essa empresa era administrada pelo próprio piloto da aeronave.

Segundo o piloto e responsável pela administração da aeronave, o copiloto participava do voo apenas como forma de acumular experiência, pois a aeronave enquadrava-se na regulamentação de tripulação mínima de um piloto.

1.18. Informações operacionais.

A aeronave estava acima do limite de peso máximo de pouso, porém dentro do limite de balanceamento.

Após a conclusão dos serviços de manutenção na *Orlando Citation Service Center* (Flórida, Estados Unidos), a aeronave decolou do Aeródromo Internacional de Orlando (KMCO), no dia 11JUN2014, com destino ao Aeródromo Santa Genoveva (SBGO), Goiânia, GO, realizando pousos técnicos no Aeródromo Internacional *Providenciales* (MBPV), Ilhas

Turks e Caicos, no Aeródromo Internacional *Point Salines* (TGPY), Granada, e no Aeródromo Internacional Alberto Alcolumbre (SBMQ), Macapá, AP.

Os comprimentos das pistas envolvidas nas operações de pouso do dia 11JUN2014 eram os seguintes:

- MBPV: 2.316m;
- TGPY: 2.744m;
- SBMQ: 2.100m; e
- SBGO: 2.500m.

O piloto que se envolveu no acidente participou dos voos de KMCO para SBGO, exercendo a função de copiloto. Ele informou que na primeira aplicação mais intensa dos freios, durante o táxi, após a manutenção e antes da decolagem de KMCO, o freio esquerdo respondeu de forma brusca (“deu um tranco”, segundo suas palavras). Em seguida, a operação mostrou-se uniforme e normal, tanto do freio esquerdo, quanto do direito.

Durante a subida, após a decolagem de KMCO, o piloto informou que as luzes “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*” acenderam no painel de alarmes. Os tripulantes executaram os itens de *checklist* e, instantes depois da conclusão desses, as referidas luzes apagaram.

O pouso em MBPV transcorreu normalmente. Os freios foram checados e o desempenho foi adequado.

Na aproximação final para o pouso em TGPY, as luzes “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*” acenderam, momentaneamente, e se apagaram sem a execução de procedimentos. O pouso em TGPY transcorreu normalmente.

Nas etapas de voo para SBMQ e SBGO, não houve o acendimento de luz no painel de alarmes e o comportamento dos freios foi normal.

No pouso realizado em SBGO, a aeronave utilizou apenas 1.400m de extensão da pista 14, livrando-a pela pista de táxi “C”.

Na preparação para o voo do dia 13JUN2014, a tripulação não identificou anormalidades no funcionamento dos sistemas da aeronave, antes do pouso em SWNH.

A tripulação emitiu dois planos de voo. O primeiro com origem em SBGO e destino SWEF (Aeródromo da Fazenda Europa, Cocalinho, MT), alternando SWNV (Aeródromo Nacional de Aviação - Goiânia, GO); o segundo com origem em SWEF e destino SBGO, alternando SWNV.

A pista de SWEF, com 800m de extensão por 18m de largura, não possuía dimensões compatíveis para operação da aeronave em seu peso máximo de pouso (9.700 libras).

O objetivo do voo era a realização do transporte de cinco passageiros que participariam de um evento em Aruanã, GO.

A tripulação prosseguiu para pouso em SWNH, sem coordenar as alterações do plano de voo com os órgãos de controle.

De acordo com o CVR, durante o voo em rota, toda a preparação da aeronave foi feita para o pouso em SWNH. O copiloto calculou as velocidades de pouso para o peso de 10.150 libras. A Velocidade de Referência (Vref) foi de 109kt e a Velocidade de Aproximação (Vapp) de 116kt.

De acordo com o manual de voo da aeronave, o peso máximo de pouso era limitado a 9.700 libras, podendo essa limitação ser decorrente da energia dos freios ou da razão de subida.

No peso máximo de pouso (9.700 libras), na altitude de SWNH (820ft), temperatura de 26°C, com a componente de vento de proa de cerca de 8kt, a distância necessária para o pouso era de 823m, de acordo com o manual de voo da aeronave.

De acordo com o registro do CVR, a tripulação enunciou todos os itens constantes do *descent, approach, before landing e landing checklist*. Na aproximação para o pouso, o copiloto mencionou as velocidades da aeronave, falando “122, 119, 116...109kt”, antes de se ouvir o toque da aeronave no solo.

Em relação ao interruptor de *anti-skid* encontrado na posição “OFF”, os tripulantes afirmaram que este foi checado na posição “ON” durante a execução do *approach checklist*, bem como não havia luz indicativa da condição de *anti-skid* inoperante no painel de alarmes. No CVR constava o registro do copiloto enunciando a realização dessa inspeção.

Do toque da aeronave no solo até o impacto contra a cerca, transcorreram 34 segundos e mais dois segundos até o impacto final contra o barranco, com base no CVR.

Segundo os tripulantes, o toque da aeronave no solo ocorreu no início da pista, a uma distância inferior a 300m da cabeceira. Ambos afirmaram que a aproximação foi feita de forma estabilizada e que a aeronave estava configurada para o pouso 1.000ft acima da altitude do campo.

Logo após o toque no solo, o copiloto enunciou “*ground flap*”. Em seguida, ele questionou se o comandante estava freando. Este respondeu que sim.

O comandante disse ter tentado a frenagem pelo sistema normal até o través da pista de táxi que dá acesso ao pátio de estacionamento, contudo a atuação dos freios foi nula. Essa distância correspondeu a 910m de pista. A partir dessa posição, o comandante disse ter acionado o punho do sistema do freio de emergência. Em paralelo, o copiloto passou a aplicar pressão nos pedais na tentativa de frenagem pelo sistema normal. Também não houve atuação dos freios.

A aeronave ultrapassou o limite final da pista sem que houvesse atuação dos freios, parando somente após as colisões contra a cerca e o barranco, conforme apresentado na Figura 2.

O piloto informou que, após a parada total, puxou alguns disjuntores, mais disse não se lembrar de quantos ou quais eram.

No caso de acendimento da luz de alarme “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*”, o *checklist* estabelecia as ações constantes da Figura 23 a seguir.

■ POWER BRAKE SYSTEM FAILURE (PWR BRK LOW PRESS AND ANTISKID INOP CAUTION LIGHTS ON AND MASTER CAUTION)

1. SKID CONTROL and BRAKE SYSTEM Circuit Breakers (LH Panel) - RESET.

● IF LIGHTS REMAIN ILLUMINATED

2. Plan to use the emergency brake system for landing.
3. Multiply landing distance by 1.4
4. Brake Pedals - REMOVE FEET FROM BRAKE PEDALS.
5. Emergency Brake Handle - PULL AS REQUIRED.

CAUTION

- ANTISKID SYSTEM DOES NOT FUNCTION DURING EMERGENCY BRAKING. EXCESSIVE PRESSURE ON EMERGENCY BRAKE HANDLE CAN CAUSE BOTH WHEEL BRAKES TO LOCK, RESULTING IN BLOWOUT OF BOTH TIRES.
- AFTER LANDING, CLEAR THE RUNWAY AND STOP. DO NOT ATTEMPT TO TAXI ONTO RAMP USING EMERGENCY BRAKES.

NOTE

Best performance can be obtained using a smooth, steady, continuous pull of handle to obtain the desired deceleration rate. Multiple pulls and releases of the handle will deplete the nitrogen charge.

Procedure completed

● IF LIGHT EXTINGUISHES

Procedure completed

Figura 23 - Emergency Checklist - Power Brake System Failure.

Os procedimentos de emergência no caso de falha do sistema de freios estão descritos no *checklist*, conforme a Figura 24 a seguir.

■ WHEEL BRAKE FAILURE

1. Brake Pedals - REMOVE FEET FROM BRAKE PEDALS.
2. Emergency Brake Handle - PULL AS REQUIRED.

CAUTION

- ANTISKID SYSTEM DOES NOT FUNCTION DURING EMERGENCY BRAKING. EXCESSIVE PRESSURE ON EMERGENCY BRAKE HANDLE CAN CAUSE BOTH WHEEL BRAKES TO LOCK, RESULTING IN BLOWOUT OF BOTH TIRES.
- AFTER LANDING, CLEAR THE RUNWAY AND STOP. DO NOT ATTEMPT TO TAXI ONTO RAMP USING EMERGENCY BRAKES. LANDING DISTANCE WILL INCREASE BY A FACTOR OF 1.4.

NOTE

Best performance can be obtained using a smooth, steady, continuous pull of handle to obtain the desired deceleration rate. Multiple pulls and releases of the handle will deplete the nitrogen charge.

Procedure completed

Figura 24 - Emergency Checklist - Wheel Brake Failure.

Os procedimentos de emergência no caso de evacuação de emergência estão descritos no *checklist*, conforme a Figura 25 a seguir.

■ **EMERGENCY EVACUATION**

1. Throttles - BOTH OFF.

NOTE

The Battery switch must be in BATT position in order for Firewall Shutoff valves and Fire Extinguisher bottles to operate normally.

2. LH/RH ENGINE FIRE Buttons - BOTH PRESS.
3. BOTTLE 1 and 2 ARMED Switches - BOTH PRESS (if fire suspected).
4. Battery Switch - OFF.
5. Airplane and Immediate Area - CHECK FOR BEST ESCAPE ROUTE.

● **IF THRU CABIN DOOR**

6. Cabin Door - OPEN.
7. Move away from airplane.

Procedure completed

● **IF THRU EMERGENCY EXIT**

6. Escape Hatch - REMOVE AND THROW Hatch OUT OF AIRPLANE.
7. Move away from airplane.

Procedure completed

Figura 25 - Emergency Checklist - Emergency Evacuation.

O comandante realizou o curso teórico do 525 na *EWM Aviation Ground School*, em São Paulo, SP, em 2012 e seu treinamento foi feito na própria aeronave. O copiloto não era habilitado na aeronave.

Ambos nunca haviam realizado treinamento em simulador de voo nesse modelo de aeronave, nem simulação na aeronave de uso do freio de emergência. Essa foi a primeira vez que eles precisaram fazer uso do sistema de freio de emergência.

Para se voar o *Cessna*, modelo 525, de acordo com o RBAC 61 válido à época, não se exigia a realização de treinamento em simulador de voo.

Cerca de quatro meses após o acidente, concluídos os exames nos componentes dos sistemas de freios, a equipe de investigação realizou uma reconstituição dos procedimentos de pouso e de evacuação da aeronave, com a participação de ambos os pilotos. Constatou-se que o punho acionado durante a corrida após o pouso foi o *auxiliary gear control*, que serve para baixar o trem de pouso em situação de emergência. O punho do sistema de freio de emergência não foi acionado.

O piloto disse que durante a realização do “*Ground School*” do *Cessna* 525 não houve nenhum alerta que ressaltasse a localização do punho de acionamento do sistema de freios de emergência.

Durante a reconstituição dos procedimentos, a tripulação não identificou a forma de se efetuar o corte do motor, em caso de travamento do manete de potência.

1.19. Informações adicionais.

Em decorrência de um acidente, em 18MAIO2013, com a aeronave de marca PT-LPZ, modelo C-500, durante o pouso no Aeródromo Campo de Marte, foi emitida uma Divulgação Operacional (DIVOP nº 002/SERIPA IV/2013), alertando para o uso incorreto do punho de baixamento do trem de pouso em emergência (*auxiliary gear control*) no lugar do punho do freio de emergência. A DIVOP informava que a ocorrência possuía, pelo menos, dois antecedentes, um no Brasil e outro na Inglaterra.

Para aeronaves C-500, a *Cessna Aircraft* emitiu o Boletim de Serviço nº 32-11 de caráter não mandatário, reposicionando o punho de acionamento do freio de emergência, de forma a ficar menos oculto pelo painel. Entretanto, para o piloto posicionado no assento da esquerda, a visão do punho permaneceu obstruída pela coluna do manche.

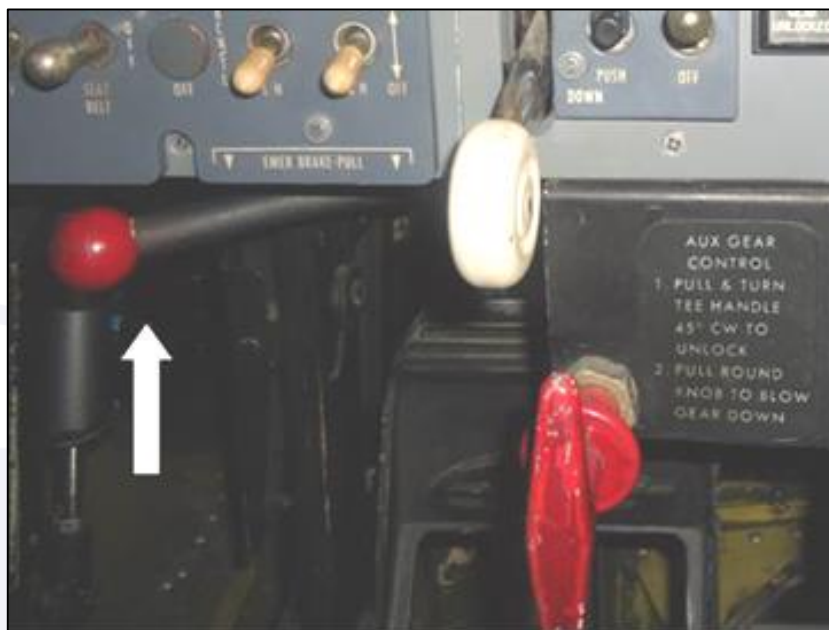


Figura 26 - Painel da aeronave *Citation I* com aplicação do boletim.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Na análise dos fatores intervenientes nesse acidente, foram verificados os aspectos relacionados à falta de atuação do sistema normal de freios e do sistema de freios de emergência, associados às possíveis correlações do fator operacional, do fator humano e do fator material.

Inicialmente, verificou-se que o copiloto não era habilitado para operar o *Cessna 525*. Contudo, a aeronave, de acordo com critérios regulamentares, poderia ser operada por um único piloto.

Houve, nesse caso, um único aspecto que suscitou dúvidas em relação à ocupação do assento da direita, na cabine de comando, por um piloto não habilitado. O *checklist* de emergência para falha dos freios (*wheel brake failure* - Figura 24) determinava, no item nº 1, que os pés fossem removidos dos pedais, enquanto se realizava a aplicação dos freios de emergência.

De acordo com as informações coletadas, durante as tentativas de frenagem pelo sistema de emergência feitas pelo piloto do assento da esquerda, o copiloto tentou aplicar a frenagem normal pelos pedais.

Apesar desse procedimento não ser recomendado pelo *checklist*, a investigação constatou que esta não foi a causa do não funcionamento do freio de emergência, como será abordado adiante.

Verificou-se uma inconsistência no aeródromo de destino constante do plano de voo (SWEF), pois este não apresentava comprimento de pista suficiente para o pouso da aeronave em seu peso máximo de pouso (9.700 libras).

Durante o voo em rota, de acordo com o CVR, toda a preparação da aeronave foi feita para o pouso em um aeródromo que não constava do plano de voo, SWNH (Aruanã, GO), com o peso de 10.150 libras. Nesse ínterim, foram verificadas duas inconsistências, uma relativa ao excesso de 450 libras do peso máximo de pouso e outra alusiva à operação em aeródromo fechado para aeronaves a jato, conforme NOTAM em vigor.

A limitação de 9.700 libras de peso máximo de pouso era decorrente de energia dos freios ou da razão de subida. Nesse caso, a performance de pouso poderia exigir extensão de pista superior à prevista no manual, 823m, para o peso máximo de pouso. A pista de SWNH, possuía a extensão de 1.300m. Contudo, o excesso de peso não justificaria a inoperância total dos sistemas de freio normal e de emergência.

Portanto, entendeu-se que a aeronave estava acima do limite de peso máximo de pouso, porém dentro do limite de balanceamento.

Em relação ao NOTAM que proibia a operação de aeronaves de propulsão a jato em SWNH, a origem do problema era a existência de pequenas pedras na pista que poderiam causar um FOD. Esse problema já estava sanado e também não se estabeleceu nenhuma correlação com a falha dos sistemas de freio normal e de emergência, configurando, no máximo uma indisciplina de voo que não teria contribuído para a ocorrência.

Coube, portanto, uma análise para verificar se a ultrapassagem do limite final da pista poderia estar associada a uma aproximação desestabilizada ou pouso longo.

De acordo com o CVR, os pilotos enunciaram todos os itens constantes do *descent, approach, before landing e landing checklist*. Eles confirmaram que a configuração da aeronave para o pouso foi feita corretamente. Da mesma forma, a configuração que a aeronave se encontrava após os impactos corrobora essas informações.

O CVR também registrou o copiloto enunciar a Vref de 109kt um pouco antes do toque. Portanto, estando a aeronave na correta configuração e com velocidade adequada, restava saber se o ponto de toque não teria sido muito afastado da cabeceira em uso (pouso longo).

Utilizando os tempos dos eventos (ponto de toque, impactos com a cerca e com o barranco) registrados no CVR e as distâncias informadas no croqui da ocorrência, constatou-se que a aeronave tocou a pista dentro da faixa de 1.000 pés, conforme declarado pelos tripulantes.

Em relação às condições meteorológicas estimadas pelo piloto, de vento de 230° com intensidade de 8kt, bem como o *slope* da pista, negativo em sua parte final, não haveria mudanças tão significativas na distância de pouso que impedissem a parada da aeronave dentro dos limites da pista.

Na última inspeção da aeronave, concluída em 05JUN2014, foram instalados dois conjuntos de freio que haviam passado por revisão geral, foram testados e inspecionados quanto a vazamentos e considerados bons para aplicação.

Nos cinco pousos, realizados entre a última inspeção e o acidente, o sistema de freios normal apresentou desempenho adequado. Apesar desses pousos terem sido realizados em pistas de comprimento superior a 2.000m, no pouso efetuado em SBGO a aeronave utilizou 1.400m e a frenagem também ocorreu de forma adequada.

Houve, contudo, nesse período, o acendimento em duas ocasiões das luzes “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*”. A primeira ocorrência foi durante a fase de subida, após a decolagem de KMCO, no dia 11JUN2014, ou seja, no primeiro voo após a última inspeção e serviço de troca dos conjuntos de freio. Nesse evento, os tripulantes executaram o *checklist* de emergência para a referida pane, que incluía em seu primeiro item o *reset* dos disjuntores de *skid control* e de *brake system*. Em seguida, as luzes se apagaram, indicando que o problema estava resolvido.

No segundo evento, as luzes “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*” acenderam momentaneamente durante a aproximação para o pouso em TGPY. Entretanto, as luzes se apagaram sem que nenhuma ação fosse executada.

Tendo em vista o desempenho normal dos freios nos cinco pousos anteriores ao acidente, bem como o fato de não ter ocorrido o acendimento de luz indicativa de pane no

painel de alarmes, no voo em que houve o acidente, não se confirmou uma correlação entre os dois eventos anteriores de acendimento da “*POWER BRAKE LOW PRESS AND ANTISKID INOP*” com o acidente.

Após o acidente, não se encontrou indício de vazamento de fluido hidráulico nas linhas de alimentação aos conjuntos de freio. Foram executados testes de funcionalidade nos componentes do sistema de freios normal. Os dois conjuntos de freio e suas *shuttle valves*, os dois *transducers*, a *skid control breaking system - control box* e a *valve assembly power brake relay* foram testados em bancada e apresentaram desempenho adequado. A *hydraulic pack assy* foi instalada em outra aeronave e funcionou normalmente.

O fluido hidráulico (MIL-H-83282) que se encontrava no interior da *hydraulic pack assy* foi removido para análises laboratoriais. Essas confirmaram que o fluido estava dentro das especificações previstas, sem contaminações.

O reservatório de fluido hidráulico na seção dianteira da aeronave apresentava vazamentos, porém os indícios foram de que esses ocorreram como consequência das fraturas que aconteceram em função do impacto da aeronave contra o barranco com elevado nível de energia.

O acionamento inadequado dos pedais que atuam nos freios mostrou-se improvável, ressaltando-se que ocorreram sucessivas tentativas de aplicação pelo piloto que ocupava o assento da esquerda, bem como pelo copiloto.

Em relação aos disjuntores encontrados desarmados, o piloto mencionou ter puxado alguns desses, sem, contudo, recordar-se de quantos e quais. De qualquer forma, caso esses disjuntores estivessem desarmados antes do pouso, a aeronave teria indicado a inoperância do sistema por meio do acendimento de luz no painel de alarmes, fato que não foi relatado.

Da mesma forma, o interruptor de *anti-skid* encontrado na posição “*OFF*” não seria condizente com a situação antes e durante o pouso. A tripulação afirmou ter feito a conferência dos procedimentos antes do pouso, fato que ficou registrado no CVR.

Mediante essas avaliações, a investigação não foi conclusiva no que se refere ao motivo pelo qual o sistema de freios normais não possibilitou frear a aeronave após o pouso.

O acumulador de nitrogênio do sistema de freios de emergência, após o acidente, encontrava-se com indicação de pressão dentro de sua faixa de operação. As *shuttle valve* direita e esquerda e as linhas de alimentação pneumática, do acumulador até os conjuntos de freios, estavam íntegras.

A equipe de investigação realizou testes de atuação do sistema de freios de emergência. Os resultados indicaram que o sistema de freios de emergência descarregava nitrogênio sob pressão para os conjuntos de freios. Portanto, o resultado esperado era que o sistema de emergência proporcionasse a frenagem da aeronave.

Após os testes do sistema de freios de emergência, a equipe de investigação realizou uma reconstituição com os pilotos, a bordo de outra aeronave do mesmo modelo, concluindo que a tripulação não atuou no comando do sistema de freios de emergência. Nessa reconstituição, o piloto, ao tentar a frenagem da aeronave em emergência, acionou incorretamente a alavanca de acionamento do trem de pouso em emergência (*auxiliary gear control*), acreditando estar acionando o freio de emergência.

Ao pesquisar os fatores que motivaram os procedimentos inadequados da tripulação, no que se refere ao uso do sistema de freios de emergência, dois tópicos se destacaram: a ergonomia e o treinamento.

Em termos de ergonomia, para o piloto que ocupa o assento da esquerda, a visualização da alavanca de acionamento do sistema de freios de emergência e do placar

com o letreiro que indica a sua posição (Figura 27) fica obstruída pela coluna do manche (Figura 28), permanecendo ambos fora do campo de visão do piloto.

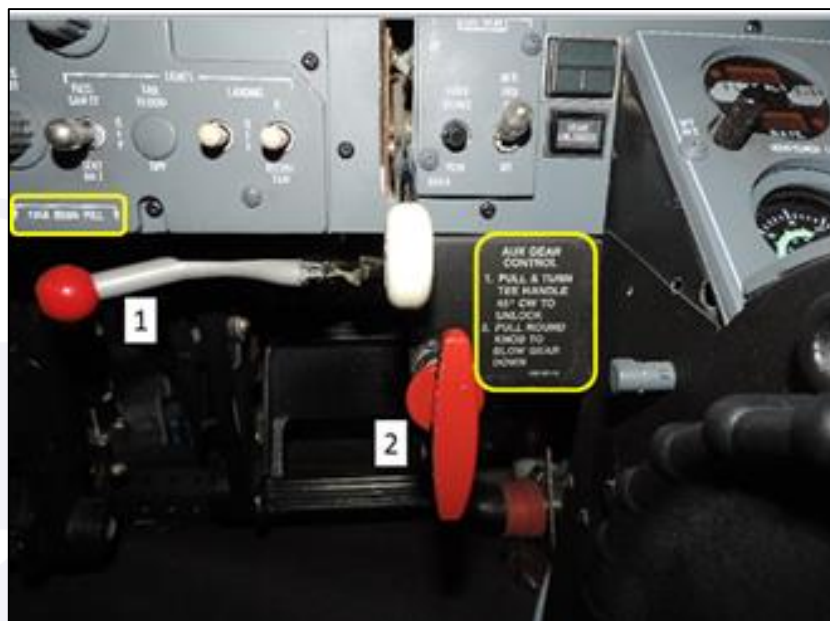


Figura 27 - Painel do 525. (1) - punho de acionamento do freio de emergência, com a descrição "EMERG BREAK PULL", destacada na foto em amarelo; (2) - auxiliary gear control, com a descrição "AUX GEAR CONTROL".



Figura 28 - Visão do painel para o piloto posicionado no assento da esquerda do Cessna 525. A visualização do punho de acionamento do freio de emergência encontra-se obstruída pela coluna do manche.

Na perspectiva da engenharia de fatores humanos, a interação entre a tecnologia dos equipamentos e as capacidades e limitações humanas deve ser dinâmica e ajustada, devendo essa interação acontecer da maneira mais natural possível. Nesse caso, seria razoável prever que um dispositivo indicado para o uso em situações de emergência estivesse em posição de fácil alcance e visão do usuário, visto o cenário de maior exigência cognitiva, motora e emocional que um contexto de emergência naturalmente produz, aliado geralmente a um tempo curto de resposta.

No acidente em tela, ao perceber que os pedais do freio não funcionavam, conforme o próprio piloto mencionou, ele rapidamente, como em um movimento de resposta automática, levou sua mão direita à alavanca que mais se destacava visualmente no painel, a qual ele acreditava ser referente ao freio de emergência. Isto é, em meio a um cenário exigente de pronta-resposta, o piloto buscou a alavanca mais ajustada à sua capacidade de controle naquele momento - a alavanca de acionamento do trem de pouso por emergência.

Esse fator ergonômico potencializou-se de forma negativa ao se associar à falta de treinamento adequado, em especial para os pilotos que operam essa aeronave, sob a égide do RBAC 61, em que não havia a exigência de treinamento de simulador de voo.

O treinamento é a ferramenta que habilita o profissional a executar seu trabalho com perícia, cujo objetivo é explorar o potencial de aprendizagem e a capacidade produtiva das pessoas; portanto, a realização inadequada do treinamento, ou a falta dele, compromete a eficaz execução do trabalho, principalmente numa situação de emergência, na qual o indivíduo precisa acessar os conteúdos mais massificados na memória.

Nesse caso, além de não ter realizado o simulador de voo, o piloto mencionou que, durante a realização do “*Ground School*” do Cessna 525, não houve nenhum alerta para o correto posicionamento do punho de acionamento dos freios de emergência, tornando-se este um elemento desconhecido para o piloto.

Sendo assim, tornou-se improvável o adequado gerenciamento pelo piloto da condição anormal apresentada, visto seu desconhecimento sobre a correta alavanca a ser acionada para a frenagem de emergência, sua insuficiente capacitação para a administração da emergência vivenciada, somada ao posicionamento do punho de freio de emergência da aeronave que, por permanecer oculto à visão do piloto, não favorecia a memorização de sua função e o seu uso adequado.

Apesar da grande experiência do piloto na aviação, cerca de 17 mil horas de voo, e da confiança que possuía na sua capacidade operacional sobre o Cessna 525, ele era pouco experiente nesse modelo, possuindo apenas 38 horas e 40 minutos, sendo que este era o seu primeiro modelo de aeronave de propulsão a jato.

O treinamento inadequado também afetou os procedimentos de emergência alusivos à evacuação da aeronave. Durante a evacuação, os pilotos tentaram efetuar o corte do motor direito, de acordo com os procedimentos normais, mas não o fizeram pelo fato de o manete correspondente ter ficado emperrado, sem condições de ser recuado para posição “OFF”.

Em consequência, uma das passageiras chegou a ter os cabelos sugados em direção à entrada de ar do motor, mas foi salva de lesões pelo fato do passageiro que a seguia empurrá-la após perceber a situação.

Nesse caso, o procedimento adequado era o de “*emergency evacuation*”, que levaria ao corte de ambos os motores, por meio do item 2 que determinava a atuação nos “*engine fire buttons*”.

Cabe, ainda, destacar que essa foi a primeira vez que o piloto precisou utilizar o sistema de freios de emergência. Além disso, essa é uma pane que se caracteriza pela exiguidade de tempo para abertura e leitura do *checklist* de emergência e seus alertas, ou seja, exige uma pronta-resposta dos pilotos.

Durante a investigação, por meio de pesquisas, constatou-se que essa questão ergonômica associada ao treinamento inadequado constitui condição latente que desencadeou outros acidentes, a exemplo do Cessna modelo C-500, de marca PT-LPZ, ocorrido no Campo de Marte, SP, em 18MAIO2013. Além disso, a DIVOP nº 002/SERIPA IV/2013, menciona outros dois casos, um no Brasil e outro na Inglaterra.

Mediante o que foi apresentado, pode-se dizer, em síntese, que não houve a confirmação da origem da falha do sistema normal de freios. O sistema de freios de emergência estava operacional e pronto para uso, contudo não foi acionado pela tripulação por desconhecimento de sua localização. O desconhecimento apresentou correlação com o treinamento inadequado dos pilotos que voavam esse modelo de aeronave, sob a égide do RBAC 61, e com questões de ergonomia do projeto.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) o comandante estava com as habilitações de aeronave tipo C525 (que incluía o modelo 525), Avião Multimotor Terrestre (MLTE), Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) e Instrutor de Voo - Avião (INVA) válidas;
- c) o comandante estava qualificado e possuía cerca de 39 horas no modelo de aeronave;
- d) o copiloto não possuía habilitação de aeronave tipo C525;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- f) a aeronave estava acima do limite de peso máximo de pouso, porém dentro do limite de balanceamento;
- g) os serviços de manutenção da aeronave estavam sendo realizados em periodicidade adequada ao programa de manutenção do fabricante;
- h) a aeronave concluiu a última inspeção e os serviços de instalação de conjuntos de freios, provenientes de *overhaul*, e de pneus novos no dia 05JUN2014;
- i) nos cinco pousos, realizados entre a última inspeção e o acidente, o sistema de freios normal apresentou desempenho adequado;
- j) no dia 13JUN2014, havia um NOTAM em vigor, informando a proibição de operação de aeronaves a jato em SWNH;
- k) a aeronave decolou de SBGO com destino a SWEF, com dois pilotos e cinco passageiros;
- l) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- m) a aeronave efetuou o pouso na pista 24 de SWNH;
- n) durante a corrida após o pouso, a aeronave ultrapassou o limite final da pista, atingiu uma cerca e colidiu contra um barranco;
- o) a aeronave teve danos substanciais; e
- p) o comandante sofreu lesão grave; o copiloto e os cinco passageiros sofreram lesões leves.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

O piloto atuou incorretamente no punho do *auxiliary gear control* pensando estar aplicando o freio de emergência, impossibilitando a frenagem da aeronave.

- **Capacitação e Treinamento - contribuiu.**

O acionamento da alavanca incorreta para a frenagem de emergência da aeronave decorreu da capacitação insuficiente recebida pelo piloto para o uso do referido sistema, comprometendo, dessa forma, o adequado gerenciamento da condição anormal.

- **Ergonomia (Equipamento - características ergonômicas) - contribuiu.**

O punho de acionamento do freio de emergência da aeronave localizava-se fora do campo de visão do piloto, fato esse que, aliado ao desconhecimento sobre a correta alavanca a ser acionada para a frenagem de emergência, favoreceu a resposta automática do piloto em acionar a alavanca que se encontrava mais ajustada e disponível visualmente no painel - a alavanca de acionamento do trem de pouso por emergência.

- **Instrução - contribuiu.**

A instrução que o piloto recebeu para operar a aeronave Cessna modelo 525 não enfatizou na fase teórica o uso adequado do freio de emergência, nem contemplou treinamento para o uso desse sistema.

- **Pouca experiência do piloto - contribuiu.**

Apesar de possuir bastante experiência na aviação, o piloto era pouco experiente na aeronave e ainda desconhecia funcionalidades básicas como o uso do freio de emergência e o corte do motor por meio da execução do “*evacuation checklist*”.

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-109/CENIPA/2014 - 01

Emitida em: 28/06/2019

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores da aviação civil brasileira sobre as características ergonômicas da aeronave Cessna 525, na qual a visualização do punho de acionamento do freio de emergência e da placa com a inscrição “*EMERG BREAK PULL*” é obstruída pela coluna do manche.

A-109/CENIPA/2014 - 02

Emitida em: 28/06/2019

Reavaliar os requisitos de treinamento para as aeronaves Cessna 525 e similares, a fim de fornecer os conhecimentos necessários à sua operação segura.

A-109/CENIPA/2014 - 03**Emitida em: 28/06/2019**

Atuar junto às Escolas de Aviação e Centros de Treinamento certificados para o Cessna 525, a fim de incrementar o conhecimento dos instruendos sobre o uso adequado do freio de emergência.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Não houve.

Em, 28 de junho de 2019.

