



COMANDO DA AERONÁUTICA CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS



ADVERTÊNCIA

O único objetivo das investigações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é a prevenção de futuros acidentes aeronáuticos. De acordo com o Anexo 13 da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), da qual o Brasil é país signatário, o propósito desta atividade não é determinar culpa ou responsabilidade. Este Relatório Final Simplificado, cuja conclusão baseia-se em fatos, hipóteses ou na combinação de ambos, objetiva exclusivamente a prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso deste Relatório Final Simplificado para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Este Relatório Final Simplificado é elaborado com base na coleta de dados, conforme previsto na NSCA 3-13 (Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro).

RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

1. Informações Factuais

1.1. Informações Gerais

1.1.1 Dados da Ocorrência

| DADOS DA OCORRÊNCIA | | | | | |
|---------------------------|--|------------------------|--|-------------------|------------------------|
| DATA - HORA | | INVESTIGAÇÃO | | SUMA Nº | |
| 03 MAR 2016 - 19:40 (UTC) | | SERIPA IV | | A 040/CENIPA/2016 | |
| CLASSIFICAÇÃO | | TIPO(S) | | SUBTIPO(S) | |
| ACIDENTE | | [RE] EXCURSÃO DE PISTA | | POUSO LONGO | |
| LOCALIDADE | | MUNICÍPIO | | UF | COORDENADAS |
| SDAI | | AMERICANA | | SP | 22°45'19"S 047°16'05"W |

1.1.2 Dados da Aeronave

| DADOS DA AERONAVE | | | | | |
|-------------------|--|---------------|----------|--------|----------|
| MATRÍCULA | | FABRICANTE | | MODELO | |
| PR-GDV | | CIRRUS DESIGN | | SR22 | |
| OPERADOR | | | REGISTRO | | OPERAÇÃO |
| PARTICULAR | | | TPP | | PRIVADA |

1.1.3 Pessoas a Bordo / Lesões / Danos Materiais

| PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE | | | | | | | |
|---|----------|----------|------|-------|-------|--------------|------------------|
| A BORDO | | LESÕES | | | | | DANOS À AERONAVE |
| | | lleso | Leve | Grave | Fatal | Desconhecido | |
| Tripulantes | 1 | 1 | - | - | - | - | Nenhum |
| Passageiros | 1 | 1 | - | - | - | - | Leve |
| Total | 2 | 2 | - | - | - | - | X Substancial |
| | | | | | | | Destruída |
| Terceiros | - | - | - | - | - | - | Desconhecido |

2. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo do Campo de Marte (SBMT), localizado no município de São Paulo, SP, para o Aeródromo de Americana (SDAI), SP, às 19h10min (UTC), para realizar um voo privado, com um piloto e um passageiro a bordo.

Após o pouso em SDAI, o piloto não conseguiu frear e perdeu o controle da aeronave, provocando sua saída da pista.

A aeronave ultrapassou a cabeceira 12 do aeródromo e chocou-se contra a cerca patrimonial, parando logo em seguida.

3. Comentários/Pesquisas

O Aeródromo de Americana, SP, era público, administrado pela Prefeitura local e operava VFR (voo visual) em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 12/30, dimensões de 1.100m x 18m, com elevação de 2.083ft.

Durante a ocorrência, a pista encontrava-se molhada e o piloto tinha ciência dessa informação.

O piloto possuía, aproximadamente, 60 horas no modelo, 6.800 horas totais, estava qualificado para realizar o tipo de voo e estava familiarizado com a região.

A aproximação foi realizada para a cabeceira 30 do aeródromo e o toque ocorreu próximo à metade da pista, conforme informado por pessoas que presenciaram o pouso e pelo próprio piloto.

O *Pilots Operation Handbook and AFM* trazia a informação, na tabela de *Landing Distance*, que a aeronave necessitaria de, aproximadamente, 754m (2476ft) de *Landing Distance Available* (LDA), para realizar o pouso livrando um obstáculo de 50ft, e 380m (1248ft) de rolagem na pista, desde o toque até a parada total, na condição de pista seca, pavimentada e sem declive, com peso máximo de 3.400lb, V_{REF} de 77kt, 100% de Flap, temperatura de 20°C e potência na posição *IDLE*.

| Section 5 Performance Data | | Cirrus Design SR22 | | | | | |
|--|----------------|--|------|------|------|------|------|
| Landing Distance | | | | | | | |
| WEIGHT = 3400 LB | | Headwind: Subtract 10% per each 13 knots headwind. | | | | | |
| Speed over 50 Ft Obstacle = 77 KIAS | | Tailwind: Add 10% for each 2 knots tailwind up to 10 knots. | | | | | |
| Flaps - 100% · Idle · Dry, Level Paved Surface | | Runway Slope: Ref. Factors. | | | | | |
| | | Dry Grass: Add 40% to Ground Roll | | | | | |
| PRESS ALT FT | DISTANCE FT | TEMPERATURE ~ °C | | | | | ISA |
| | | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | |
| SL | Grnd Roll | 1082 | 1121 | 1161 | 1200 | 1240 | 1141 |
| | 50 ft | 2244 | 2298 | 2352 | 2408 | 2464 | 2325 |
| 1000 | Grnd Roll | 1122 | 1163 | 1204 | 1245 | 1286 | 1175 |
| | 50 ft | 2298 | 2355 | 2412 | 2470 | 2529 | 2372 |
| 2000 | Grnd Roll | 1163 | 1206 | 1248 | 1291 | 1334 | 1210 |
| | 50 ft | 2356 | 2415 | 2476 | 2537 | 2598 | 2422 |

Figura 1 - Tabela de distância de pouso.

Devido ao fato de a aeronave ter tocado a pista decorridos 550m, supõe-se que ela teria, ainda, cerca de 170m de margem para parar dentro dos seus limites. Deve-se, porém, levar em consideração que a pista encontrava-se molhada e não havia gráficos de performance para essa situação.

Segundo relato do piloto, após o pouso, ele tentou utilizar os freios do lado esquerdo da nacele e estes não funcionaram. O piloto solicitou que o passageiro acionasse os freios do lado direito, porém, estes também falharam.

O sistema de frenagem da aeronave *Cirrus SR22* era composto por um conjunto de freio de disco único em cada roda do trem de pouso principal, de um cilindro mestre para cada pedal do leme, de um reservatório de fluido hidráulico, sistema de freio de estacionamento e tubulações hidráulicas associadas.

Cada conjunto de freio possuía indicadores físicos de sobretemperatura, localizados nas sedes de cada pistão de acionamento do conjunto. Existiam dois indicadores em cada conjunto de freio, um azul e outro amarelo, totalizando quatro na aeronave. Os indicadores azuis eram acionados com 330°F (166°C) e eram inspecionados em cada pré-voos; os indicadores amarelos eram acionados a 300°F (149°C) e eram inspecionados anualmente. Se um indicador ficasse preto, indicaria que houve sobretemperatura e as *O'Rings* do conjunto de freio deveriam ser substituídas. Um sensor de temperatura instalado em cada conjunto enviava informações sobre a temperatura dos freios ao *Multi-Function Display* (MFD).

Os freios eram ativados individualmente através de cilindros mestres localizados em cada pedal do leme. O reservatório hidráulico estava localizado no compartimento do motor, no lado superior direito da parede de fogo. Um mecanismo de freio de estacionamento induzia pressão hidráulica sobre os discos de freio para o estacionamento.

A verificação visual do nível do óleo do reservatório constatou que este se encontrava com nível adequado de fluido.



Figura 1 - Localização do reservatório e constatação da presença do fluido.

Durante as verificações na aeronave, constatou-se que o sistema, de modo geral, estava íntegro. Não foram encontrados indícios de rompimento das tubulações e/ou vazamento de fluido.

Foi verificada a presença e a integridade das pastilhas de freio. O manual de manutenção (AMM 32-42) na página 17 citava que as pastilhas deveriam ser substituídas

quando atingissem a espessura de 0.040" (1mm). Foi constatado que ambos os lados estavam com as pastilhas dentro das especificações.



Figura 2 - Integridade da pastilha de freio no conjunto esquerdo.



Figura 3 - Integridade da pastilha de freio no conjunto direito.

Foram feitos testes de acionamento, com o avião no macaco, para se observar o funcionamento dos freios. Foram acionados os pedais, tanto do lado direito quanto do lado esquerdo da cabine, com movimento de rotação a cada roda e, nesse teste, todos os cilindros-mestre foram capazes de interromper o movimento da roda.

Foram inspecionados os indicadores de temperatura localizados em cada sede dos cilindros de acionamento do conjunto de freio, onde foi constatado que, dos quatro indicadores, apenas um, o amarelo do lado direito, foi acionado.

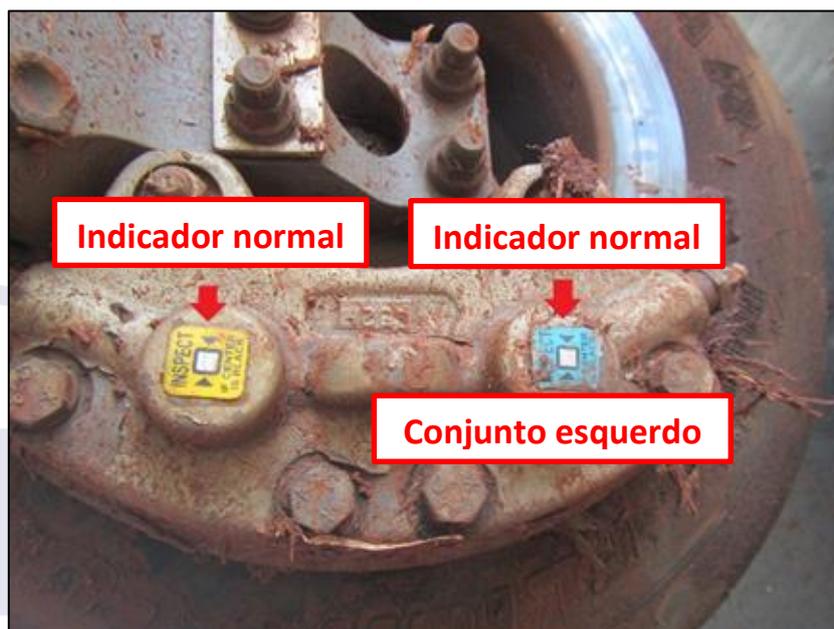


Figura 4 - Indicador de sobretemperatura do conjunto esquerdo. Atenção para os indicadores com indicação normal.



Figura 5 - Indicador de sobretemperatura do conjunto direito. Atenção para o indicador amarelo acionado do lado direito da figura.

Foram inspecionados os discos de freio e foram constatados indícios de sobretemperatura (marcas azuladas) e marcas de funcionamento (riscos).



Figura 6 - Disco de freio esquerdo com marcas de sobretemperatura.



Figura 7 - Disco de freio direito com marcas de sobretemperatura.

Os pneus não apresentaram desgaste excessivo, apenas riscos em suas bandas de rodagem.



Figura 8 - Marcas apresentadas nos pneus após o acidente.

Em inspeção visual na pista do aeroporto de Americana, SP, foram constatadas marcas de frenagem, compatíveis com o deslocamento da aeronave.



Figura 9 - Marcas de frenagem na pista.

De acordo com informações de pessoas no local, a pista encontrava-se molhada na hora do acidente. O pneu esquerdo apresentava 54psi e o pneu direito 53psi. Estes valores foram comparados com os previstos no manual do fabricante (AMM 12-10) o qual previa, na página 3, a pressão de 62+2-0psi para os pneus do trem principal.



Figura 10 - Pressão do pneu esquerdo de 54psi.



Figura 11 - Pressão no pneu direito de 53psi.

A Comissão de Investigação (CI) levantou duas hipóteses para tentar explicar porque houve deficiência na frenagem da aeronave:

1- Falha de componente ou sistema:

A Comissão levou em conta que havia marcas de sobretemperatura nos discos e também ocorreu o acionamento de sobretemperatura do selo (amarelo) do lado esquerdo.

Caso a sobretemperatura tivesse ocorrido em um voo anterior, isso poderia comprometer os discos e afetar a capacidade de frenagem da aeronave, principalmente levando-se em consideração as características desse pouso em particular (pista molhada, aproximação acima da rampa, etc.), o que exigiria maior atuação dos freios.

No entanto, segundo relato do piloto, este realizou a verificação dos selos e eles estavam íntegros antes da partida. Segundo o piloto, ainda, o único momento em que foi utilizado o freio de forma acentuada foi no pouso da ocorrência, o que levou a Comissão a crer que o selo foi deflagrado no pouso em questão.

Além disso, o sistema incorporava um sensor que transmitia a temperatura dos freios para o *Multi-function Display*. A Comissão fez o *download* dos arquivos que ficaram gravados na sua memória e não havia discrepância, levando a Comissão a crer que esse selo foi acionado no pouso da ocorrência.

A Comissão verificou, ainda, que o sistema estava íntegro e os testes feitos no macaco realmente descartaram qualquer falha ou deficiência que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

2- Hidroplanagem:

Existem 3 (três) tipos de hidroplanagem:

- Dinâmica: a camada d'água na pista faz com que o pneu, ao ser suspenso, perca contato com a superfície e passe a deslizar sem girar;
- Viscosa: a superfície adquire uma camada lisa, formada por poeira, óleos, graxas borracha e outras sujidades, fazendo com que a água passe a atuar como uma película lubrificante; e

- Em vapor ou borracha revertida: o travamento das rodas ou seu giro abaixo da velocidade da aeronave produz vapor na área de contato devido ao atrito, o que eleva mais ainda a roda e reduz seu contato com a superfície. Esse tipo costuma deixar marcas bem visíveis na banda de rodagem devido à “desvulcanização” da borracha.

A hidroplanagem geralmente ocorre acima de uma determinada velocidade, batizada de *NASA Critical Speed*, determinada pela equação $7,7 \times \sqrt{PSI}$, onde PSI representa a pressão dos pneus.

É quase impossível que uma aeronave pouse ou decole abaixo da velocidade crítica, donde conclui-se que quanto menor a pressão dos pneus maior a possibilidade de hidroplanagem, uma vez que esse parâmetro diminui a *NASA Critical Speed*.

Nas análises feitas na ação inicial, verificou-se que a pressão dos pneus estava abaixo da calibragem prevista, embora exista a possibilidade de que tenha ocorrido vazamento de ar durante os impactos sofridos pelos pneus durante a saída da pista.

De acordo com a pressão medida após o acidente (54psi) e a pressão prevista para essa aeronave (62+2-0psi), calculou-se que a velocidade crítica ficaria entre 56 e 61kt, ou seja, muito próximo à velocidade no momento do pouso.

Uma vez que não foram encontrados problemas no sistema de frenagem da aeronave; que a pista de Americana encontrava-se molhada; que a rampa de aproximação estava acima do previsto; que não havia marcas características de desgaste excessivo nos pneus; e que estes estavam com a calibragem abaixo do previsto no manual da aeronave; essa Comissão concluiu ser a hidroplanagem dinâmica a hipótese mais provável para explicar as características desse acidente.

Contribuíram para esse desfecho a inadequação no uso dos comandos de voo da aeronave, o que a levou a ultrapassar os limites da pista, e inadequada avaliação dos parâmetros relacionados à sua operação, uma vez que o piloto julgou que poderia parar a aeronave dentro dos limites da pista, mesmo com esta molhada e ainda tendo feito uma aproximação não estabilizada.

Pode ter contribuído, ainda, a pouca experiência do piloto na aeronave, uma vez que ele possuía apenas 60 horas de voo no modelo.

3.1 **Fatores Contribuintes**

- Aplicação de comandos - contribuiu;
- Julgamento de pilotagem - contribuiu; e
- Pouca experiência do piloto - indeterminado.

4. **Fatos**

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Voo por Instrumento - Avião (IFRA) válidas;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo, porém, tinha apenas 60 horas no modelo de aeronave;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula, motor e hélice estavam atualizadas;

- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) a pista estava molhada no momento do pouso;
- i) o primeiro toque ocorreu na metade da pista;
- j) o sistema de freios estava íntegro e não apresentava vazamentos;
- k) havia sinais de sobretemperatura no sistema de freios;
- l) a aeronave teve danos substanciais; e
- m) o piloto e o passageiro saíram ilesos.

5. Ações Corretivas ou preventivas adotadas

Nada a relatar.

6. Recomendações de Segurança

Não há.

Em, 04 de setembro de 2018.

