



**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 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) de 1944, da qual o Brasil é país signatário, não é propósito desta atividade 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**

DADOS DA OCORRÊNCIA				
DATA - HORA	INVESTIGAÇÃO	SUMA N°		
08AGO2019 - 20:40 (UTC)	SERIPA II	IG-118/CENIPA/2019		
CLASSIFICAÇÃO	TIPO(S)	SUBTIPO(S)		
INCIDENTE GRAVE	[SCF-NP] FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DE SISTEMA/COMPONENTE	COM PARA-BRISAS / JANELA / PORTA		
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	COORDENADAS	
TMA SBXE	TERESINA	PI	05°52'04"S	043°20'06"W

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PT-LSO	BEECHCRAFT	C-90
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
PARTICULAR	TPP	PRIVADA

PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		Illeso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	1	1	-	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	6	6	-	-	-	-	X Leve	
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	-	-	-	-	Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

## 1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo Fazenda Progresso (SWUV), Sebastião Leal, PI, com destino ao Aeródromo Senador Petrônio Portella (SBTE), Teresina, PI, por volta das 20h00min (UTC), para um voo privado, com um piloto e seis passageiros a bordo.

Quando o avião estava a, aproximadamente, 60 NM do aeródromo de destino, nivelado no FL170, houve uma quebra súbita da janela direita da cabine de pilotagem, o que ocasionou uma depressurização explosiva da aeronave.

Foi realizada a descida imediatamente e efetuado o pouso em SBTE com segurança.



Figura 1 - Aeronave após a ocorrência (no detalhe a janela danificada).

A aeronave teve danos leves.

O tripulante e os seis passageiros saíram ilesos.

## 2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

Tratava-se de um voo privado entre SWUV e SBTE, destinado ao transporte de passageiros.

O piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido e com a habilitação de Avião Multimotor Terrestre (MLTE) válida. Ele estava com a habilitação de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) vencida desde julho de 2019. Contudo, o piloto possuía experiência no tipo de voo.

A aeronave possuía o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido e estava dentro dos limites de peso e balanceamento. As escriturações das cadernetas de célula, motores e hélices estavam atualizadas.

As condições meteorológicas eram propícias à realização do voo. Após a decolagem, a aeronave subiu, inicialmente, para o FL135 e, depois de autorizado pelo Órgão de Controle de Tráfego Aéreo, subiu e nivelou no FL170, nível no qual prosseguiu em rota.

A, aproximadamente, 60 NM de SBTE, a janela direita da cabine de pilotagem quebrou, provocando uma depressurização explosiva. Os destroços da janela foram expelidos da aeronave e não provocaram danos aos demais componentes do avião (Figura 2).



Figura 2 - Vista da janela danificada.

O piloto iniciou a descida, imediatamente, mesmo com dificuldades em estabelecer a comunicação com os Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, devido ao barulho gerado pelo deslocamento da aeronave com a janela quebrada.

Durante a descida, o piloto e os passageiros não utilizaram máscara de oxigênio, pois o Manual de Operação da Aeronave determinava que o referido sistema deveria ser utilizado em altitudes superiores a 18.000ft.

O pouso em SBTE foi efetuado com segurança, sem que houvesse solicitação de apoio dos serviços de emergência aeronáutica do aeródromo pelo tripulante.

O piloto não reportou anormalidades mecânicas ou operacionais na aeronave que pudessem ter contribuído para a ocorrência. O tripulante também relatou que até o momento em que a janela quebrou em voo, não havia identificado danos ou deformações na referida peça.

A fim de identificar o motivo que provocou os danos na janela em voo, foram verificadas as inspeções do componente previstas no programa de manutenção e o sistema de pressurização da aeronave.

A aeronave possuía um total de 10.771 horas e 10 minutos de voo. Havia realizado a última intervenção de manutenção, Fase 1 + Fase 2 + Inspeção Anual de Manutenção (IAM), em 23ABR2019, tendo voando 10 horas e 50 minutos após a referida inspeção.

O sistema de pressurização do *King Air C-90* foi desenvolvido para proporcionar, de forma autônoma, um ambiente interno onde os ocupantes poderiam respirar de forma confortável, independente da altitude em que a aeronave fosse utilizada, dentro do seu limite operacional.

O sistema foi concebido para manter a altitude/pressão e a temperatura desejadas dentro da aeronave (*enviromental system*), com a menor interferência possível do piloto, tanto no controle de altitude interna quanto no controle da pressão diferencial máxima interna.

O referido sistema era composto basicamente por um dispositivo aneroide/pneumático de controle da pressurização (*Pressurization Controller*), pelos instrumentos *climb* da cabine, que se trata de um medidor de altitude/diferencial de cabine e por duas válvulas (*Out Flow e Safety Valve*), que funcionando em conjunto, possibilitavam o monitoramento e o controle da altitude/pressão no interior da aeronave quando pressurizada.

O *Pressurization Controller* era um controlador ajustável de pressurização da cabine, montado no pedestal que comandava a modulação da válvula *Out Flow*. Um indicador com duas escalas era montado no centro do controlador. A escala externa (*CABIN ALT*) indicava a altitude pressão da cabine que o controlador era ajustado para mantê-la. A escala interna (*ACFT ALT*) indicava a máxima altitude pressão ambiente, na qual a aeronave poderia voar sem causar um aumento na altitude pressão da cabine, acima do valor selecionado na escala externa (*CABIN ALT*) do mostrador. Ambas as escalas giravam conjuntamente quando o *knob* sinalizado *CABIN ALT* era girado.

No momento da ruptura da janela, a aeronave voava a uma altitude de 17.000ft e sua cabine estava ajustada para uma altitude pressão de aproximadamente 4.900ft, operando em seu diferencial de pressão máximo (Figura 3).



Figura 3 - *Pressurization Controller* indicando os parâmetros no momento da ocorrência.

Os Instrumentos de Monitoramento, a altitude/pressão da cabine (escala externa) e o diferencial de cabine (escala interna), eram continuamente indicados pelo altímetro da cabine. Do lado esquerdo do altímetro da cabine, estava localizado o indicador de velocidade vertical (*CABIN CLIMB*), que indicava continuamente a razão na qual a altitude pressão da cabine estava ocorrendo (Figura 4).

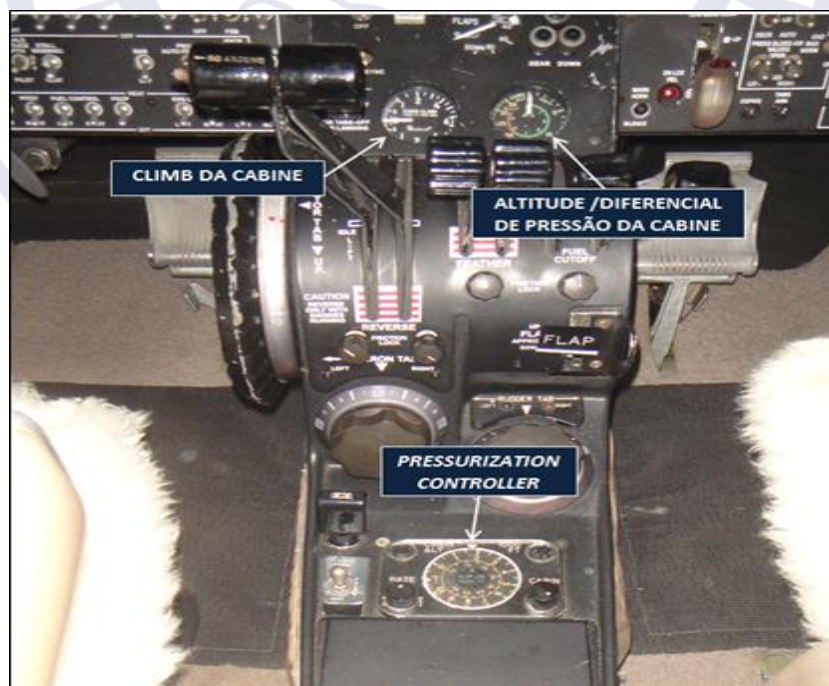


Figura 4 - Controlador de pressurização e instrumentos do sistema de pressurização.

A *Out Flow Valve*, por meio do *Pressurization Controller*, mantinha a altitude/pressão da cabine durante todas as fases do voo, de acordo com o selecionado pelo piloto.

Quando a aeronave atingia a altitude selecionada no *Pressurization Controller*, a *Out Flow Valve* passava a manter a pressão diferencial máxima da cabine (diferença de pressão interna da cabine x pressão externa da cabine, delimitada pelo limite estrutural determinado pelo fabricante da aeronave). O diferencial máximo da cabine, segundo o Manual de Manutenção, era de  $4,6 \pm 0,1$  PSI.

A *Safety Valve* fornecia, de forma autônoma, alívio de pressão no caso de mau funcionamento da *Out Flow Valve*, mantendo o diferencial máximo dentro dos limites ( $4,6 \pm 0,1$  PSI).

Ela também permitia a depressurização em dois casos: por meio do acionamento do *switch CABIN PRESS DUMP* (pelo piloto), quando movido para a posição *dump*, e quando a aeronave tocava o solo por meio do *switch* do trem de pouso esquerdo, evitando que a aeronave pressurizasse no solo.

As *Safety* e *Out Flow Valve*, além de proporcionarem proteção automática contra o excesso de pressão da cabine, também forneciam proteção contra pressurização negativa (pressão externa maior que a interna da aeronave).

O funcionamento normal das válvulas de controle de pressurização da cabine (*Safety* e *Out Flow Valve*), somado às indicações dos instrumentos de monitoramento de pressão diferencial e altitude de cabine, excluíram a possibilidade de falha estrutural (ruptura da janela) por excesso de pressão interna na cabine.

Além disso, nenhum ocupante da aeronave reportou desconforto ambiental durante o voo que resultou no incidente grave, o que evidencia que o sistema de pressurização da aeronave estava funcionando adequadamente.

O sistema de oxigênio da aeronave servia como suporte de vida, no caso de uma falha no sistema de pressurização da cabine, em voos realizados em altitudes elevadas.

Havia um comando na cabine de pilotagem que disponibilizava oxigênio para os passageiros e tripulantes por meio de tomadas na parte dianteira e traseira da cabine dos passageiros e tomadas das máscaras de oxigênio dos tripulantes.

De acordo com o Manual de Operação da Aeronave, o sistema de oxigênio deveria ser utilizado somente em altitudes superiores a 18.000ft, caso houvesse algum problema de pressurização em voo.

As janelas laterais da aeronave eram confeccionadas em acrílico esticado em camada única. Possuíam uma espessura de 0,125pol (0,3174cm).

Em voo, os referidos componentes sofriam esforço estrutural durante o processo de pressurização da aeronave, devido à diferença de pressão entre o ambiente externo e o interior do avião.

Essa carga estrutural em voo, somada à operação em diferentes temperaturas, poderia provocar leves deformações ou pequenos danos na janela, que com o tempo, poderiam levar ao colapso do componente (Figura 5).

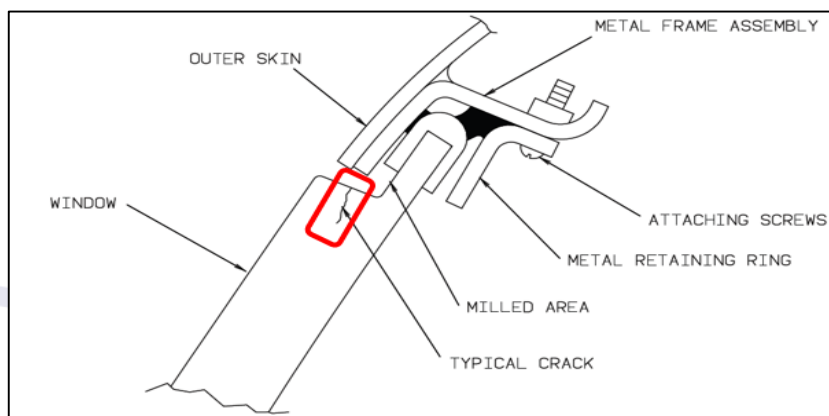


Figura 5 - Dano típico em um esquema de janela instalada à fuselagem.

Com a finalidade de diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas, o Manual de Manutenção da Aeronave estabelecia um programa de manutenção específico das janelas de acrílico, em relação às folgas, arranhões profundos, lascas, fissuras excessivas e todas as outras evidências de danos.

De acordo com o Capítulo 56-00-01-601 (*Crew Compartment/Cabin/Baggage/ment Acrylic Windows Inspection/Check*) do Manual de Manutenção, as janelas deveriam ser inspecionadas em intervalos específicos de 200 horas ou 12 meses. O referido capítulo também detalhava as ações a serem executadas durante a inspeção das janelas da aeronave.

O Capítulo 05-21-00-001 do Manual de Manutenção (*Time Limits/Maintenance Checks Scheduled Inspection Program*) especificava uma área crítica da janela, que deveria ser inspecionada com mais critério durante as intervenções de manutenção (Figura 6).

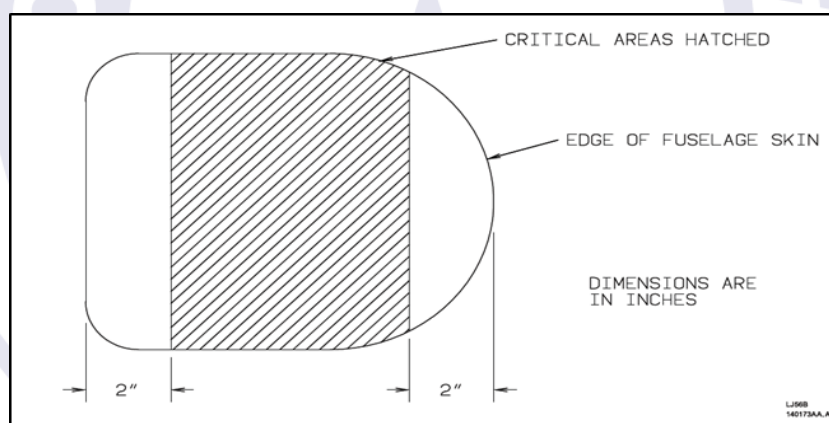


Figura 6 - Área crítica da janela lateral da cabine da aeronave C-90.

A última inspeção das janelas foi realizada por ocasião da Fase 1 + Fase 2 + IAM, em 23ABR2019, pela empresa *Quick Manutenção de Aeronaves Ltda.*, conforme Fichas de Inspeção FASE 1 e FASE 2, estando a aeronave, naquele momento, com 10.760 horas e 20 minutos totais de voo.

A oficina mantenedora da aeronave informou que realizou a inspeção da janela de acordo com os procedimentos previstos no Manual de Manutenção e que não foi observada qualquer discrepância no componente durante a atividade.

Apesar de a inspeção ter sido registrada na documentação da aeronave, não foi possível comprovar se os procedimentos previstos no Manual de Manutenção referentes à janela foram adequadamente realizados e/ou supervisionados.

Uma supervisão eficiente durante as intervenções de manutenção garante que os equívocos cometidos durante a atividade sejam identificados e corrigidos.

Essa possibilidade é reforçada pelo fato de a ruptura em voo ter ocorrido em grande parte da área crítica da janela, local que exige especial atenção durante as intervenções de manutenção do componente (Figura 7).



Figura 7 - Ruptura da janela na área crítica, vista do interior da aeronave.

Outra situação que deve ser considerada é que, durante as inspeções, as oficinas e os mantenedores focalizam a atenção no para-brisa da aeronave, pois o esforço estrutural em voo nesse componente é maior do que nas janelas laterais. Por esse motivo, a possibilidade de o para-brisa apresentar danos é maior do que a da janela lateral.

Foi relatado aos técnicos do SIPAER que, durante o voo que culminou na ruptura da janela, o componente apresentava um embaçamento na sua parte inferior, que as outras janelas do avião não exibiam.

Este cenário sugeriu a existência de um vazamento de pressão na janela da cabine, o qual seria um sintoma de que o componente já possuía algum dano. Apesar de o piloto não ter identificado, anteriormente, qualquer deformação ou danos na janela, é provável que o componente já se encontrasse com alguma falha estrutural que resultou, posteriormente, no colapso em voo.



Figura 8 - Vista externa da janela da aeronave quebrada.

Outra hipótese, menos provável para explicar a ocorrência, seria que a janela sofreu algum impacto que proporcionou um dano (fissura, arranhão ou lasca) após a última inspeção. Essa avaria no componente não teria sido oportunamente identificada, sendo agravada até o momento em que houve a ruptura da janela em voo.

### 3. CONCLUSÕES

#### 3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com a habilitação de Avião Multimotor Terrestre (MLTE) válida;
- c) o piloto estava com a habilitação de Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) vencida desde julho de 2019;
- d) o piloto possuía experiência no tipo de voo;
- e) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) as escriturações das cadernetas de célula, motores e hélices estavam atualizadas;
- h) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- i) durante o voo em rota no FL170 a, aproximadamente, 60 NM de SBTE, a janela direita da cabine de pilotagem quebrou, provocando uma despressurização explosiva;
- j) o piloto iniciou a descida, imediatamente, apesar da dificuldade em estabelecer a comunicação com os Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo;
- k) o pouso foi realizado em SBTE sem intercorrências;
- l) a aeronave teve danos leves; e
- m) o piloto e os passageiros saíram ilesos.

#### 3.2 Fatores Contribuintes

- Manutenção da aeronave - indeterminado; e
- Supervisão gerencial - indeterminado.

### 4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

#### **Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.**

#### **À Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), recomenda-se:**

##### **IG-118/CENIPA/2019 - 01**

**Emitida em: 29/10/2020**

Atuar junto à organização de manutenção *Quick* Manutenção de Aeronaves Ltda., a fim de que aquela empresa demonstre que possui e aplica os recursos necessários à adequada prestação de serviços de manutenção nas aeronaves *BEECHCRAFT*, modelo C-90, principalmente no que concerne à inspeção das janelas laterais, conforme preconizado pelos manuais técnicos da aeronave.

##### **IG-118/CENIPA/2019 - 02**

**Emitida em: 29/10/2020**

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar operadores e mantenedores da aviação civil brasileira sobre a importância de se verificar, durante as ações de manutenção, os procedimentos estabelecidos no Capítulo 56-00-01-601 do Manual de Manutenção da aeronave *BEECHCRAFT*, modelo C-90, para efeito das inspeções de suas janelas.



## 5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

O operador foi orientado a submeter, imediatamente, as demais janelas laterais da aeronave à inspeção, em conformidade com o Capítulo 56-00-01-601 do Manual de Manutenção.

Em, 29 de outubro de 2020.

