



Reporte Preliminar



⚠ Os trabalhos relativos a esta ocorrência estão em andamento.

Este Reporte tem por finalidade apresentar o status atual do tratamento da notificação. Seu teor ainda pode ser alterado e não vincula obrigatoriamente as conclusões que serão publicadas no Relatório Final de investigação.

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), órgão central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), é a autoridade do Estado brasileiro responsável por conduzir as investigações de ocorrências aeronáuticas.

Os trabalhos desenvolvidos pelo Centro destinam-se, unicamente, à prevenção de acidentes, na forma como estabelece o art. 86-A da Lei nº 7.565/1986 (Código Brasileiro de Aeronáutica - CBA), bem como o § 6º, art. 1º, do Decreto nº 9.540/2018 e o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, de 1944, da qual o Brasil é signatário.

Nesse sentido, as investigações realizadas pelo CENIPA não buscam o estabelecimento de culpa ou responsabilização, conforme previsto no § 4º, art. 1º, do Decreto nº 9.540/2018, tampouco se dispõem a comprovar qualquer causa provável de um acidente, mas indicam possíveis fatores contribuintes que permitem elucidar eventuais questões técnicas relacionadas à ocorrência aeronáutica.

Dessa maneira, o CENIPA propõe, por meio da emissão das Recomendações de Segurança, a implementação de medidas com o objetivo de evitar a recorrência de eventos semelhantes, buscando o aprimoramento da segurança de voo.

Ressalta-se que a utilização das informações contidas neste Reporte, como meio de instrução ou prova em procedimentos judiciais ou de polícia judiciária, poderá prejudicar a própria prestação jurisdicional, além de gerar efeitos adversos para a prevenção de acidentes aeronáuticos, promovendo a quebra da confiança na isenção das investigações SIPAER e inibindo a participação voluntária.

A conclusão desta investigação terá o menor prazo possível, dependendo sempre da complexidade da ocorrência e, ainda, da necessidade de descobrir os possíveis fatores contribuintes.

Quando concluída a investigação, o Relatório Final será publicado no site do CENIPA.

Informações Gerais

Classificação:

ACIDENTE

Tipo de Ocorrência:

#ICE - FORMAÇÃO DE GELO

#LOC-I - PERDA DE CONTROLE EM VOO

Data:

09/08/2024

Data(UTC):

09/08/2024

Horário:

16:22

Cidade:

VINHEDO - SÃO PAULO - BRASIL

Aeródromo:


FAER - FORA DE AERODROMO

Local:

ÁREA RESIDENCIAL

Danos a terceiro:

SIM

Lesão	Função a Bordo	Quantidade
FATAL	TRIPULANTE	 4
FATAL	PASSAGEIRO	 58

Histórico

A aeronave decolou do Aeródromo Coronel Adalberto Mendes da Silva (SBCA), Cascavel, PR, com destino ao Aeródromo Governador André Franco Montoro - Guarulhos (SBGR), SP, às 14h58min (UTC), a fim de realizar transporte aéreo público regular, com 4 tripulantes e 58 passageiros a bordo. Durante o voo em rota, após encontrar condições de formação de gelo, houve a perda de controle da aeronave seguida do impacto contra o solo.

Aeronaves Envolvidas ✖ A aeronave não está liberada no tocante à investigação

✖ 1

Matrícula:

PSVPB

Local da última decolagem:

SBCA - ADALBERTO MENDES DA SILVA

Local do pouso pretendido:

SBGR - GOVERNADOR ANDRÉ FRANCO MONTORO

Tipo de operação:

REGULAR

Fase de operação:

CRUZEIRO

Danos à aeronave:

DESTRUÍDA

Tipo de aeronave:

CIVIL

Estado de registro:

BRASIL

Ano de fabricação:

Ano de fabricação:

2010

Fabricante:

ATR - GIE AVIONS DE TRANSPORT RÉGIONAL.

Modelo ICAO:

AT75

Modelo:

ATR 72-212A (500)

Peso máximo de decolagem:

22800kg

Informações Fatuais

Sequência de eventos

Com base nas informações coletadas durante a ação inicial, bem como nas gravações do *Flight Data Recorder* (FDR - gravador de dados de voo) e do *Cockpit Voice Recorder* (CVR - gravador de voz da cabine), a Comissão de Investigação identificou a sequência de eventos que antecederam a colisão da aeronave contra o solo. Para o registro dos horários descritos neste campo, utilizou-se, como referência, o *Universal Time Coordinated* (UTC - tempo universal coordenado).

- 14h58min05s - a aeronave iniciou a decolagem da pista 15 de SBCA, com 58 passageiros e 4 tripulantes a bordo;
- 15h12min40s - os PROPELLER ANTI-ICING 1 e 2 foram ligados;
- 15h14min56s - o *Electronic Ice Detector* (detector eletrônico de gelo) conectado ao *Centralized Crew Alert System* (CCAS - sistema centralizado de alerta de tripulação) exibiu um sinal de alerta ao cruzar o FL130;
- 15h15min03s - o AIRFRAME DE-ICING foi ligado;
- 15h15min42s - um tom de alarme único (*single chime*) foi ouvido na cabine. Na sequência, os tripulantes comentaram sobre ter ocorrido uma mensagem de *Fault* no AIRFRAME DE-ICING;
- 15h15min49s - o AIRFRAME DE-ICING foi desligado;
- 15h16min25s - o *Electronic Ice Detector* deixou de exibir o sinal de alerta;

- 15h17min08s - o *Electronic Ice Detector* exibiu um sinal de alerta;
- 15h19min13s - o *Electronic Ice Detector* deixou de exibir o sinal de alerta;
- 15h23min43s - o *Electronic Ice Detector* exibiu um sinal de alerta;
- 15h30min05s - o *Electronic Ice Detector* deixou de exibir o sinal de alerta;
- 16h11min02s - o *Electronic Ice Detector* exibiu um sinal de alerta;
- 16h12min41s - o *Electronic Ice Detector* deixou de exibir o sinal de alerta;
- 16h12min55s - o *Electronic Ice Detector* exibiu um sinal de alerta;
- 16h15min16s - o *Second in Command* (SIC - piloto segundo em comando) efetuou contato rádio com o despachante operacional da companhia aérea no aeródromo de Guarulhos, a fim de realizar as coordenações necessárias para a sua chegada;
- 16h16min25s - concomitantemente à coordenação com o despachante operacional, ocorreu a chamada de uma comissária pelo interfone. O SIC solicitou que ela aguardasse um momento e prosseguiu a comunicação com o despachante;
- 16h17min20s - o *Electronic Ice Detector* deixou de exibir o sinal de alerta. Nesse momento, o SIC estava solicitando informações à comissária a fim de transmiti-las ao despachante operacional;
- 16h17min32s - o *Electronic Ice Detector* exibiu um sinal de alerta. Nesse momento, o Pilot in Command (PIC - piloto em comando) estava informando os passageiros sobre as condições e o horário previsto para o pouso em SBGR;
- 16h17min41s - o AIRFRAME DE-ICING foi ligado;
- 16h18min41s - com 191 kt de velocidade, o alerta CRUISE SPEED LOW foi exibido. Simultaneamente, o SIC estava terminando de repassar algumas informações ao despacho operacional;
- 16h18min47s - o PIC iniciou o *briefing* de aproximação para o pouso em SBGR. Concomitantemente, o *Approach Control* de São Paulo (APP-SP - controle de aproximação de São Paulo) realizou uma chamada e o instruiu a mudar para a frequência 123,25 MHz;
- 16h18min55s - um tom de alarme único (*single chime*) foi ouvido na cabine. Simultaneamente, estava ocorrendo a comunicação com o APP-SP;
- 16h19min07s - o AIRFRAME DE-ICING foi desligado;
- 16h19min16s - a tripulação efetuou uma chamada na frequência 123,25 MHz para o APP-SP;
- 16h19min19s - o APP-SP solicitou que o PS-VPB mantivesse o FL170 devido a um tráfego;
- 16h19min23s - a tripulação respondeu ao APP-SP que iria manter o nível de voo e que estava no ponto ideal de descida, aguardando autorização;
- 16h19min28s - com 184 kt de velocidade, o alerta DEGRADED PERFORMANCE foi exibido, juntamente com um tom de alarme único (*single chime*). O alarme foi acionado concomitantemente com as trocas de mensagem entre o APP-SP e a tripulação;
- 16h19min30s - o APP-SP disse que estava ciente e pediu para que aguardasse a autorização;
- 16h19min31s - o Passaredo 2283 disse que estava ciente e agradeceu;
- 16h19min33s - o PIC continuou a realizar o *briefing* de aproximação;
- 16h20min00s - o SIC comentou: "bastante gelo";

- 16h20min05s - o AIRFRAME DE-ICING foi ligado pela terceira vez;
- 16h20min33s - o APP-SP autorizou a aeronave a voar direto para a posição SANPA, mantendo o FL170. Informou que a descida seria autorizada em dois minutos;
- 16h20min39s - a tripulação cotejou a mensagem anterior (última comunicação realizada pelos tripulantes);
- 16h20min50s - a aeronave iniciou uma curva à direita para a proa da posição SANPA;
- 16h20min57s - durante a curva, com 169 kt de velocidade, o alerta INCREASE SPEED foi exibido, juntamente com um tom de alarme único (*single chime*). Ato contínuo, iniciaram-se ruídos de vibração na aeronave, juntamente com o acionamento do alarme de *stall*;
- 16h21min09s - o controle da aeronave foi perdido e ela ingressou em uma atitude de voo anormal até colidir contra o solo. Nesse ponto, a aeronave inclinou-se 52° para a esquerda e, posteriormente, 94° à direita, realizando uma variação de proa de 180° no sentido horário. Na sequência, a variação de proa foi revertida para o sentido anti-horário, completando 5 voltas em "parafuso chato" até a colisão contra o solo.

Informações acerca do pessoal envolvido.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	5.248:50	5.143:55
Totais, nos últimos 30 dias	59:18	02:36
Totais, nas últimas 24 horas	02:36	02:36
Neste tipo de aeronave	665:54	3.543:55
Neste tipo, nos últimos 30 dias	59:18	02:36
Neste tipo, nas últimas 24 horas	02:36	02:36

Obs.: o PIC e o SIC estavam com as habilitações das aeronaves tipo AT47 (que incluía o modelo ATR 72-212A) e Voo por Instrumentos - Avião (IFRA) em vigor.

Qualificação e experiência no tipo de voo

Ambos os pilotos haviam cumprido treinamentos teóricos, práticos e foram submetidos a exames de proficiência em simulador de voo, os quais contemplavam o treinamento de emergências e, em especial, o gerenciamento do voo em condições de formação de gelo.

Integrando a tripulação do PS-VPB, havia também duas comissárias. Ambas possuíam a licença de Comissária de Voo (CMS) e estavam com as habilitações para a aeronave tipo AT47

em vigor.

Todos os tripulantes estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo, bem como encontravam-se com os seus Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) em vigor.

Informações acerca da aeronave.

A aeronave modelo ATR 72-212A, designada comercialmente como ATR 72-500, Número de Série 908, foi fabricada pela GIE - *Avions de Transport Régional*, em 2010, e estava inscrita na Categoria de Registro de Transporte Aéreo Público Regular (TPR).

A aeronave foi incorporada à frota do operador em 29SET2022.

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

Sistema pneumático

A aeronave possuía um sistema pneumático capaz de suprir outros sistemas que demandavam ar pressurizado para o seu funcionamento, como o *Environmental Control System* (ECS - sistema de controle ambiental), o sistema de ventilação dos equipamentos eletrônicos e o sistema de degelo (*De-Icing*).

O ar pressurizado para utilização pelos sistemas era sangrado dos compressores dos dois motores (*bleed air*), em dois pontos distintos em cada motor, um de *Low Pressure* (LP - baixa pressão) e um de *High Pressure* (HP - alta pressão).

A pressurização, climatização e regulação do ar da cabine de passageiros e do cockpit dos pilotos era feita por meio de um conjunto de equipamentos que compunham uma unidade denominada *Pack*.

A aeronave possuía duas *Packs*, uma alimentada pelo ar sangrado (*bleed air*) do motor esquerdo (*Pack 1*), e uma pelo ar sangrado (*bleed air*) do motor direito (*Pack 2*).

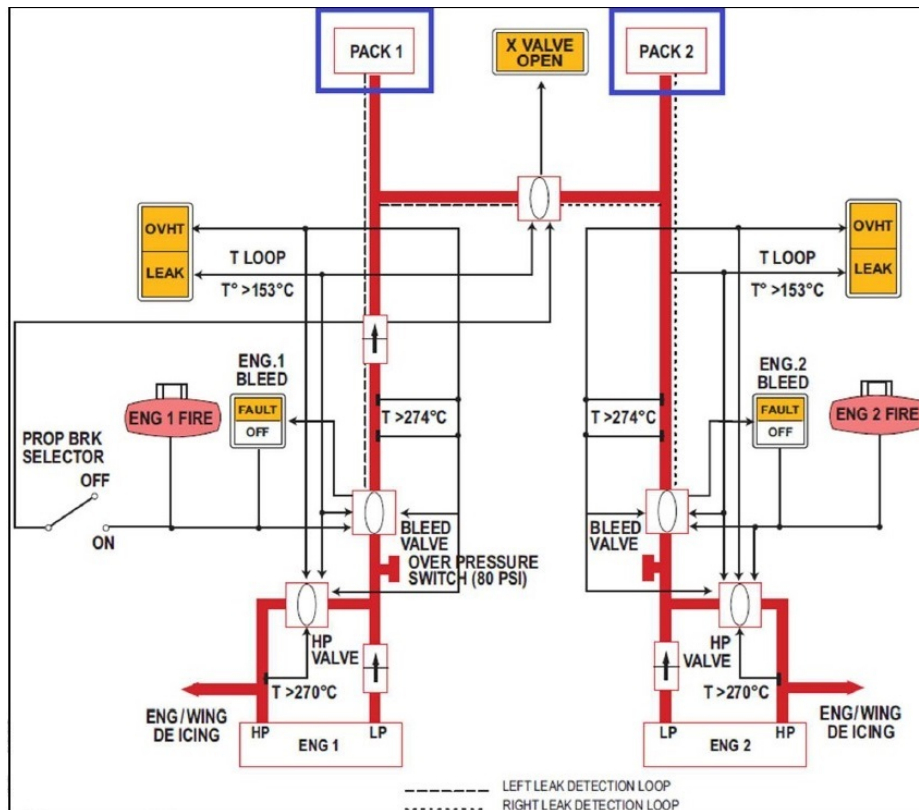


Figura 1 - Sistema pneumático.

Fonte: Systems_42-500_72-500 ATR Training & Flight Operations Services.

Sistemas de proteção contra gelo

A aeronave modelo ATR 72-212A era certificada e equipada com sistemas que permitiam a operação em condições ambientais adversas, incluindo condições atmosféricas de formação de gelo (*icing conditions*).

2 Kinds of Operation	
<small>39c36470-bd17-4491-9888-80a05bc67d9a</small>	<small>25 SEP 2015 APPROVED</small>
The aircraft is certified in the transport category for day and night operations, in the following conditions when the appropriate equipment and instruments required by the airworthiness and operating regulations are approved, installed and in an operable condition:	
<ul style="list-style-type: none"> - VFR and IFR - Flight in icing conditions - Reverse thrust taxi (single or twin engine). 	

Figura 2 - Trecho do *Airplane Flight Manual* (AFM - manual de voo da aeronave).

Os sistemas que proviam avisos e proteção contra formação e acúmulo de gelo na aeronave (*ice accretion*) eram subdivididos da seguinte forma:

- Sistema de detecção de gelo;
- Sistema *Anti-Icing*;
- Sistema *De-Icing*; e
- *Aircraft Performance Monitoring* (APM - monitoramento de desempenho da aeronave).

Sistema de detecção de gelo

O sistema de detecção de gelo (*Ice Detection System*) utilizava dois principais componentes:

- Um *Ice Evidence Probe* (IEP - sonda de indicação de gelo); e
- Um *Eletronic Ice Detector* (detector eletrônico de gelo).

O IEP estava instalado na fuselagem da aeronave, na lateral esquerda, externamente ao *cockpit*. O IEP trazia uma indicação visual e era o principal meio de identificação da condição de acúmulo de gelo na aeronave (Figuras 3 e 4).

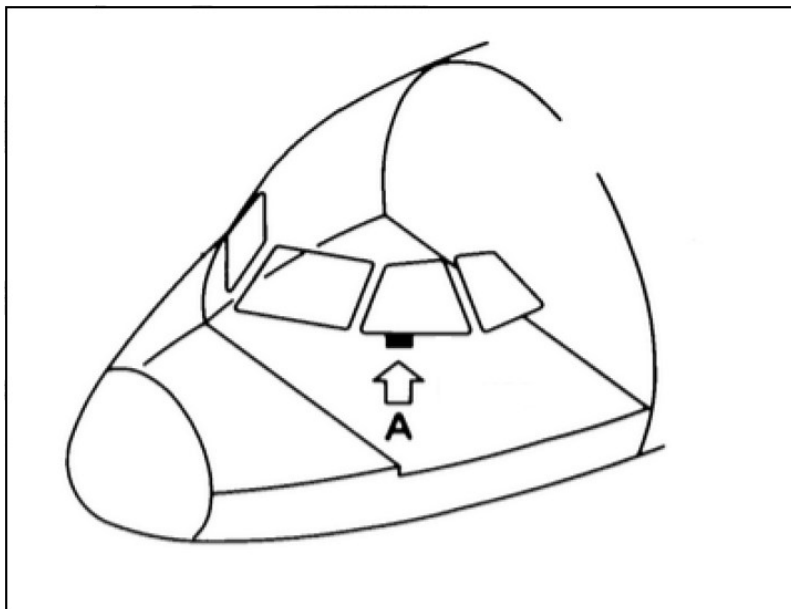


Figura 3 - (A) Indicação da posição do Ice Evidence Probe - IEP.

Fonte: *Line Maintenance Manual* da ATR, ATA 30.

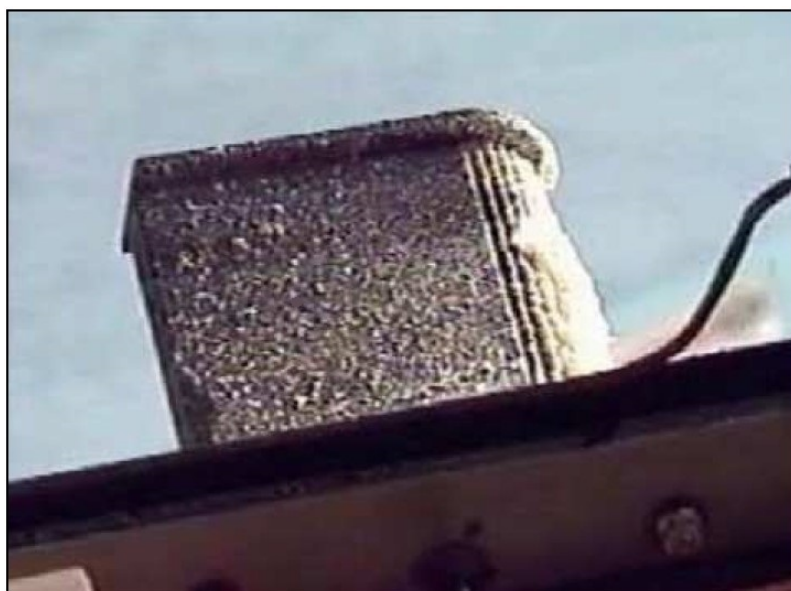


Figura 4 - Vista do IEP a partir do posto de pilotagem da esquerda.

Fonte: *Ice & Rain*, ATR Training Centre.

O IEP foi projetado para reter o acúmulo de gelo enquanto todas as outras superfícies da

aeronave ainda permanecessem livres. Assim, o IEP deveria ser a primeira superfície a acumular gelo e a última a ficar livre dele. Ou seja, o IEP fornecia aos pilotos:

- Informação visual do início do acúmulo de gelo; e
- Informação visual de que a aeronave estava livre de gelo.

O *Airplane Flight Manual* (AFM - manual de voo da aeronave) do ATR 72-212A pontuava que uma aeronave somente poderia ser considerada livre da condição de acúmulo de gelo quando o IEP estivesse completamente livre do acúmulo de gelo.

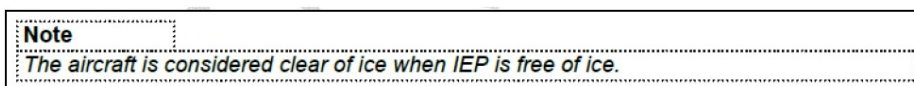


Figura 5 - Nota retirada do procedimento para *Icing Conditions* no AFM do ATR 72-212A.

Adicionalmente, a aeronave era equipada com um *Eletronic Ice Detector* (detector eletrônico de gelo) instalado no intradorso da asa esquerda.

O *Eletronic Ice Detector* possuía um sensor capaz de indicar que a aeronave estava em condições propícias à formação de gelo e emitir o alerta âmbar ICING no painel ICE DETECT, localizado no painel central do *cockpit*, e do CCAS, seguido de um tom único (*single chime*).

O painel ICE DETECT também possuía uma luz ICING AOA que era iluminada na cor verde quando algum dos botões HORN do painel de *Anti-Icing* fosse ligado, a fim de indicar ao piloto que a aeronave estava sob novo limite de ângulo de ataque para o acionamento do sistema de *Stall Warning*.

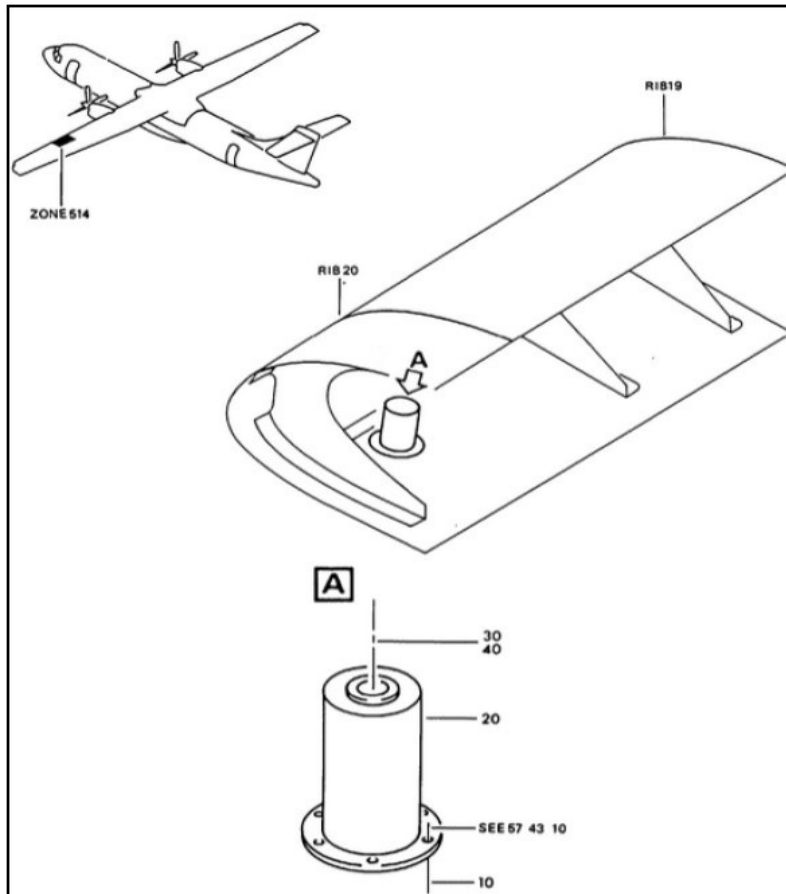


Figura 6 - Indicação da posição do Eletronic Ice Detector.
 Fonte: *Line Maintenance Manual* da ATR, ATA 30.



Figura 7 - *Electronic Ice Detector*.
 Fonte: *Systems_42-500_72-500 ATR Training & Flight Operations Services*.



Figura 8 - Indicação do painel ICE DETECT com a luz âmbar ICING acesa, indicando condição de gelo. Fonte: ATR Training Centre.

A luz ICING piscaria quando a formação de gelo fosse detectada e os sistemas de *Anti-Icing* e/ou *De-Icing* (AIRFRAME) não estivessem selecionados em ON, acompanhada por um tom de alarme único (*single chime*). A luz permaneceria acesa continuamente em condição de gelo com os sistemas ligados.

Sistema *Anti-Icing* e *De-Icing*

As funções de *Anti-Icing* eram alimentadas eletricamente, enquanto as de *De-Icing* eram alimentadas por pressão pneumática.

A filosofia de projeto do fabricante era baseada em três níveis de proteção contra o gelo, sendo duas de *Anti-Icing*, com utilização de aquecimento elétrico, e uma de *De-Icing*, com utilização de um sistema de boots infláveis por pressão pneumática.

a) *Anti-Icing* de Proteção Permanente. Proveniente de aquecimento elétrico, que compreendia:

- 3 tubos de *pitot*;
- 6 tomadas estáticas;
- 2 sensores de temperatura (*Total Air Temperature* - TAT);
- 2 sensores de ângulo de ataque (*Angle of Attack probes* - AOA); e
- para-brisas dos pilotos (*windshields*).

b) *Anti-Icing* para uso em condições de gelo (*icing conditions*). Proveniente de aquecimento elétrico, que compreendia:

- bordos de ataque das pás das hélices;
- horns dos ailerons, leme e profundos; e
- janelas laterais do *cockpit*.

c) *De-Icing*. Proveniente de pressão pneumática, que compreendia:

- boot da entrada de ar do motor LH (*left engine air intake*);
- boot da entrada de ar do motor RH (*right engine air intake*);
- dutos de ar (*gas path*);
- boots dos bordos de ataque das asas (*wing leading edges*); e
- boots dos bordos de ataque do estabilizador horizontal (*horizontal tailplane leading edges*).

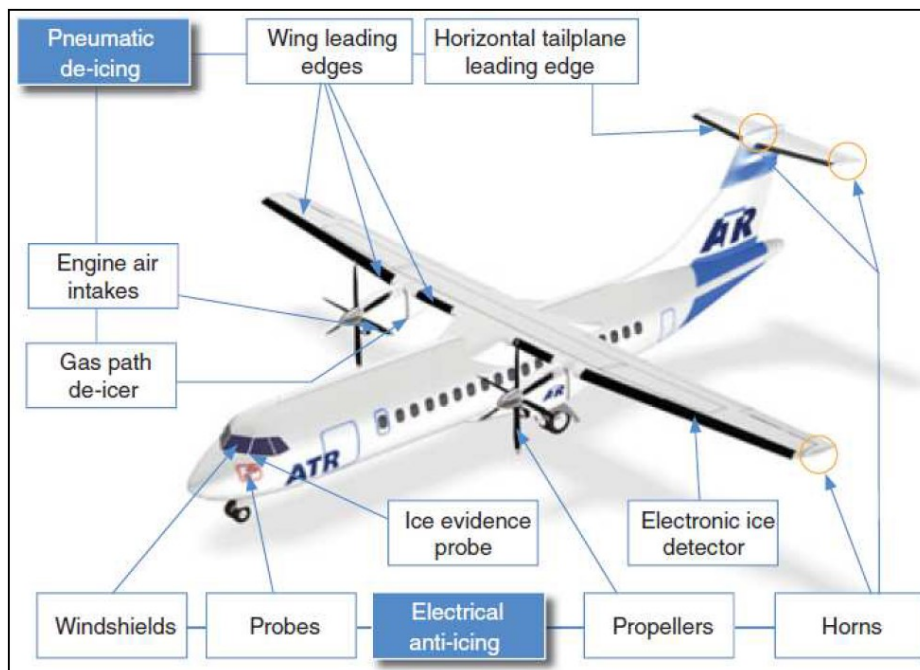


Figura 9 - Identificação dos componentes do sistema de proteção contra o gelo.

Fonte: *Cold Weather Operations*, ATR Training Centre.

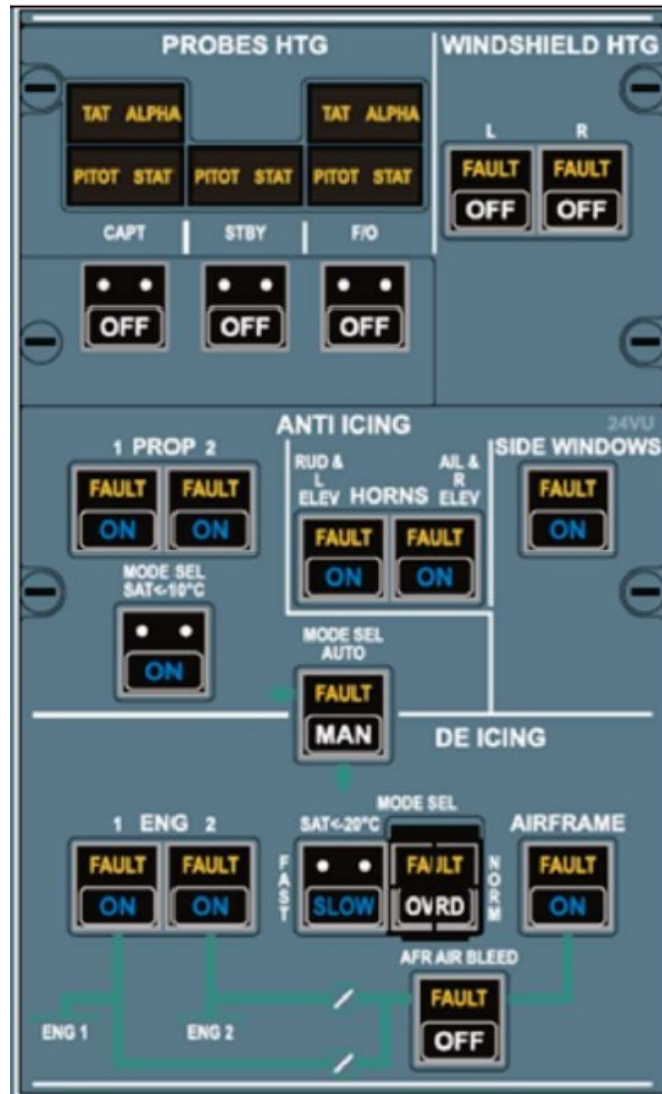


Figura 10 - Painel de Anti-Icing e De-Icing, situado no Overhead Panel.
 Fonte: ATR Training Centre.



Figura 11 - Painéis de ICE DETECT, Anti-Icing e De-Icing com todas as proteções ligadas.
Fonte: *Cold Weather Operations, ATR Training Centre.*

Aircraft Performance Monitoring (APM)

O APM utilizava parâmetros da aeronave e motores para monitorar o arrasto aerodinâmico em condições de acúmulo de gelo (*ice accretion*), a fim de alertar a tripulação sobre o risco de degradação do desempenho em condições de gelo durante o voo.

O APM monitorava o desempenho da aeronave para aumentar a consciência situacional da tripulação sobre o risco de condições de gelo severas (*Severe Icing Conditions*). A velocidade de cruzeiro era monitorada para alertar a tripulação sobre um decréscimo anormal em *icing conditions* a fim de que a aeronave fosse mantida acima da *Minimum Maneuver Speed, in Low Bank Flap 0° in Icing Condition* (VMLB0 ICING - velocidade mínima de manobra com baixa inclinação, flape 0° e condições de gelo).

Para que o APM pudesse calcular o arrasto teórico da aeronave e compará-lo com seu desempenho em voo, o peso de decolagem calculado deveria ser inserido pelos pilotos, logo após a partida dos motores (antes da decolagem). A inserção do peso era feita por meio de um botão rotativo localizado no painel do APM.

A interação homem-máquina do sistema APM era realizada por meio de três painéis: o painel do APM, situado no posto de pilotagem direito, e os dois painéis de alertas do APM, situados à

frente dos pilotos, nos postos de pilotagem da esquerda e da direita.

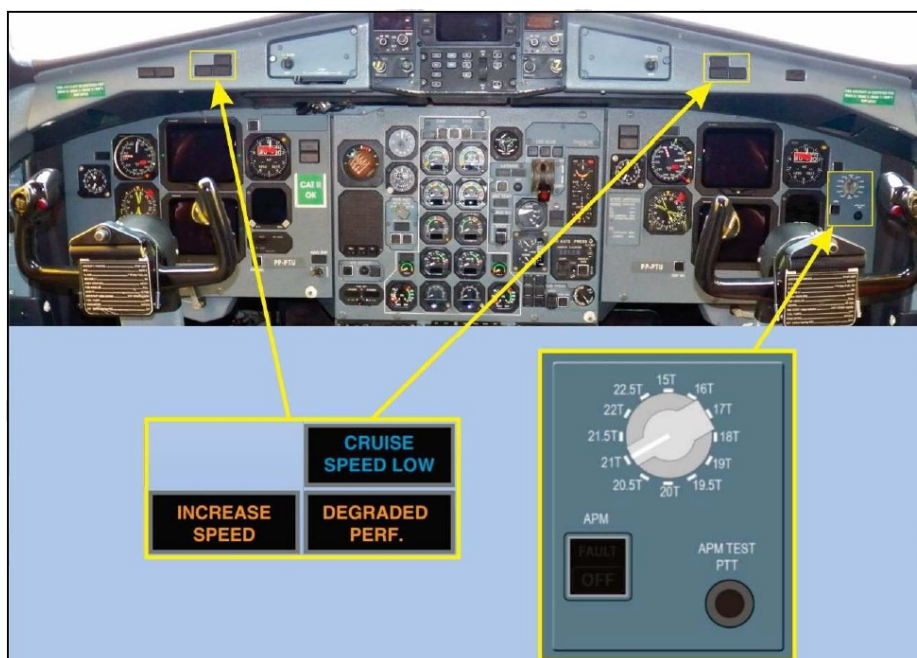


Figura 12 - Posição dos componentes de interface Homem-Máquina do APM.

Fonte: ATR.

O sistema APM deveria ser verificado diariamente pelas tripulações e, em caso de falha, uma mensagem FAULT na cor âmbar era iluminada no painel do APM.

Caso o arrasto da aeronave aumentasse devido ao acúmulo de gelo e o desempenho fosse degradado, três níveis de alertas eram exibidos e apresentados aos pilotos nos dois painéis de alertas do APM da seguinte forma:

- 1º Nível - CRUISE SPEED LOW (Baixa Velocidade de Cruzeiro).
A mensagem de cor azul indicava uma degradação de desempenho em torno de 10%, com a redução da *Indicated Air Speed* (IAS - velocidade indicada) de cruzeiro em pelo menos 10 kt abaixo da velocidade computada pelo APM. Esse alerta poderia ser apresentado apenas na fase de cruzeiro.
- 2º Nível - DEGRADED PERFORMANCE (Desempenho Degradado).
A mensagem na cor âmbar era seguida de um tom único (*single chime*) e um alerta MASTER CAUTION, indicando uma degradação significativa do desempenho, na ordem de 22% a 28%, induzido por um aumento significativo do arrasto aerodinâmico, o que gerava uma queda da IAS de cruzeiro em torno de 15 a 20 kt abaixo da velocidade computada pelo APM. Esse alerta poderia ser apresentado durante a subida, cruzeiro ou descida.
- 3º Nível - INCREASE SPEED (Aumentar a Velocidade).
A mensagem de cor âmbar se apresentava piscando e era seguida de um tom único (*single chime*) e de um alerta MASTER CAUTION, o que indicava que a condição de DEGRADED PERFORMANCE havia piorado, chegando a um valor de IAS inferior ao ICING BUG + 10 kt. Esse alerta poderia ser apresentado durante a subida, cruzeiro ou descida.

Icing Bug - VMLB0

Além dos alertas de velocidade, emitidos pelo APM, os velocímetros dos postos de pilotagem do lado esquerdo e direito possuíam *Bugs* para referência, em especial para velocidade mínima de manobra com baixa inclinação, flape 0° e condições de gelo (VMLB0 ICING), os quais poderiam ser ajustados manualmente.

O ICING BUG deveria ser ajustado pelos pilotos para cada voo, de acordo com o peso da aeronave, a fim de indicar a velocidade mínima para voo em condições de gelo e com flapes recolhidos. O valor da VMLB0 ICING era equivalente ao de ICING BUG.



ICING BUG (V_mLB Flaps 0°)

Figura 13 - Ilustração do velocímetro do ATR 72-212A com referência do ICING BUG.

Durante a execução dos procedimentos, os tripulantes mencionaram que o ICING BUG seria ajustado para a velocidade de 165 kt.

Procedimentos para o voo em condições de formação de gelo.

Ao serem identificadas as condições favoráveis à formação de gelo, os manuais da aeronave previam a execução de procedimentos, de acordo com o nível de severidade encontrado.

No primeiro momento em que fosse detectada a condição de gelo, os seguintes procedimentos deveriam ser executados, conforme o *Quick Reference Handbook* (QRH - manual reduzido de referência da aeronave): Figura

PROCEDURE FOR ICING CONDITIONS	
▶ IAS : MAINTAIN AT OR ABOVE ICING BUG	
▶ ANTI ICING systems.....	ON
▶ ICE ACCRETION : MONITOR	
● When ice accretion is observed/detected	
▶ DE ICING systems.....	ON
● In FLAPS 0 configuration	
▶ IAS : MAINTAIN AT OR ABOVE ICING BUG +10 kt	
▶ IAS & V/S : MONITOR	
Note	
Refer to AFM - SEVERE ICING DETECTION for severe icing indications information.	
■ If any severe icing indication	
▶ SEVERE ICING procedure (E99.08)	APPLY
● When leaving icing conditions	
▶ ANTI ICING & DE ICING systems.....	TURN OFF AS RQRD
● When aircraft is visually verified clear of ice	
Note	
The aircraft is considered clear of ice when IEP is free of ice.	
▶ ICING AOA pb	OFF
▶ NORMAL SPEED : USE	

Figura 14 - Procedure For Icing Conditions extraídos do QRH da aeronave.

Esse procedimento requeria que fosse mantida velocidade igual ou superior à do ICING BUG, que os sistemas *Anti-Icing* fossem ligados e que fosse monitorado o acúmulo de gelo.

Quando fosse identificado acúmulo de gelo, o sistema *De-Icing* deveria ser ligado. A IAS deveria ser mantida igual ou superior a ICING BUG +10 kt e flape em 0°. Dessa forma, a IAS e a razão de subida deveriam ser monitoradas.

Uma nota referia-se aos procedimentos de detecção de gelo severo previstos no manual da aeronave.

Se houvesse indicação de gelo severo, os procedimentos constantes em E99.08 (Figura 16) deveriam ser aplicados.

Quando a aeronave estivesse livre das condições de gelo, os sistemas *Anti-Icing* e *De-Icing* poderiam ser desligados, conforme requerido.

Quando se verificasse visualmente a ausência de gelo por meio do IEP, o ICING AOA deveria ser desligado e as velocidades normais poderiam ser utilizadas.

0542fc4c-6eb7-439a-b570-9935ed5ffb0	05 JUL 2019
SEVERE ICING DETECTION	
A30.17	
SEVERE ICING main indications :	
<ul style="list-style-type: none"> - Ice covering all/substantial parts of unheated side window (visual cue) - Unable to maintain IAS above ICING BUG +10 kt - Unable to maintain V/S above 100 ft/min AVERAGE at icing bug +10 kt - Abnormal vibrations 	
<ul style="list-style-type: none"> ■ If any severe icing indication : <ul style="list-style-type: none"> ▶ SEVERE ICING procedure (E99.08) APPLY 	
<u>Supplementary indications:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Water splashing/streaming on the windshield - Unusual extensive ice accreted on the airframe in areas not normally observed to collect ice - Accumulation of ice on the lower surface of the wing aft of the protected areas - Accumulation of ice on propeller spinner farther aft than normally observed 	
<u>Weather conditions that can result in severe in-flight icing:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> - Visible rain at temperatures close to 0 °C (SAT) - Droplets that splash or splatter on impact at temperature close to 0 °C (SAT). 	

Figura 15 - Procedimentos para *Severe Icing Detection* extraídos do QRH da aeronave.

O QRH elencava as seguintes indicações de gelo severo:

- gelo cobrindo partes substanciais das janelas laterais não aquecidas;
- impossibilidade de manter a IAS acima de ICING BUG +10 kt;
- impossibilidade de manter a razão média de subida acima de 100 ft/min com velocidade de ICING BUG +10 kt; e
- vibrações anormais.

Caso houvesse alguma indicação de gelo severo, os procedimentos constantes em E99.08 (Figura 16) deveriam ser aplicados.

Outras indicações secundárias se referiam a:

- água respingando e escorrendo no para-brisa;
- gelo extensamente acumulado em áreas da estrutura, onde normalmente não são observados;
- acúmulo de gelo na parte dianteira da superfície inferior da asa em áreas protegidas; e
- acúmulo de gelo no *spinner* da hélice, mais à frente do que normalmente observado.

As seguintes condições climáticas seriam propícias à formação de gelo severo:

- chuva visível a temperaturas próximas de 0°C *Static Air Temperature* (SAT - temperatura estática do ar externo); e
- gotas que se espalham ou respingam no impacto, a temperaturas próximas de 0°C SAT.

7442ce17-701e-4142-b39e-038dde74f989	01 AUG 2023
SEVERE ICING	
E99.08	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ IAS : ICING BUG + 30 kt (or ICING BUG IF FLAPS 15 EXTENDED) ▶ PWR MGT MCT ▶ PL 1+2.....ADJUST ▶ CL 1+2..... 100 % OVRD 	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ DESCENT..... INITIATE ▶ MEA / RECOMMENDED MAXIMUM ICING FLIGHT LEVEL..... CHECK 	
<p>CAUTION</p> <p>Firmly hold control column and wheel to avoid non-expected aircraft movements at AP disengagement</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ▶ AP DISENGAGE 	
<p>■ If not able to accelerate and maintain IAS above ICING BUG + 30 kt with flaps 0</p> <p>- OR -</p>	
<p>■ If not able to accelerate and maintain IAS above ICING BUG with flaps 15</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ LOW BANK..... SET ▶ SEVERE ICING CONDITION..... ESCAPE ▶ ATC NOTIFY 	
<p>■ If abnormal aircraft roll behavior</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ STALL procedure (E99.09) APPLY 	
<p>● As long as aircraft is not clear of ice</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ FLAPS : DO NOT RETRACT ▶ TCAS TA ONLY 	
<p>● For landing</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ APPROACH CONFIGURATION FLAPS 15 HIGH BANK CAN BE SET ▶ REDUCED FLAPS LANDING procedure (A27.05) APPLY 	
<p>Note</p> <p>Refer to PRO.NNO.ABN.30.6.ICE.2.A30.17 SEVERE ICING DETECTION for information on severe icing indications.</p>	

Figura 16 - Procedimentos previstos para a condição *Severe Icing* extraídos do QRH da aeronave.

No caso de condições de formação de gelo severas, os procedimentos previam:

- manter velocidade de ICING BUG + 30 kt (ou ICING BUG; se com flapes 15 estendidos);
- selecionar potência máxima contínua;
- ajustar os manetes de potência;
- selecionar as *Condition Lever* (CL - manete de hélice) em 100% *Override* (OVRD - sobrepujamento);
- iniciar a descida, verificando a altitude mínima em rota;
- segurar o manche firmemente para evitar movimentos inesperados no desacoplamento do piloto automático; e
- desacoplar o piloto automático.

Caso não fosse possível acelerar e manter a IAS acima de ICING BUG +30 kt (flapes em 0°) ou IAS acima de ICING BUG (com flapes 15°), os seguintes procedimentos deveriam ser realizados:

- selecionar o modo LOW BANK;
- sair da condição de formação de gelo severo; e
- notificar o *Air Traffic Control* (ATC - controle de tráfego aéreo).

Caso a aeronave apresentasse comportamento anormal de rolamento, deveria ser executado o procedimento para *stall*.

Os flapes estendidos não deveriam ser recolhidos até que a fuselagem estivesse livre de

gelo em sua superfície e o *Traffic Collision Avoidance System* (TCAS - sistema de prevenção de colisão em voo) deveria ser selecionado no modo TA ONLY.

Uma nota remeta ao procedimento 30.17 (Figura 15) para informações sobre a identificação de gelo severo.

Adicionalmente, com base nos alertas emitidos pelo APM, o QRH previa os seguintes procedimentos:

1 Cruise Speed Low	
Cruise Speed Low	
afeb0a25-4d5c-4e09-aa73-38ec29bdc850	15 SEP 2023
CRUISE SPEED LOW	
▶ ICING CONDITIONS : MONITOR	
▶ SPEED : MONITOR	

Figura 17 - Procedimentos previstos para a condição *Cruise Speed Low* extraída do QRH da aeronave.

Ao ser acionado o aviso CRUISE SPEED LOW, as condições de gelo e a velocidade deveriam ser monitoradas.

2f79979d-d05b-4192-af81-3dc226e1b184		01 AUG 2023	
A30.15	DEGRADED PERF		
▶ IAS : MAINTAIN ABOVE ICING BUG +10 kt			
▶ IAS & V/S : MONITOR			
▶ FLIGHT PATH : AMEND			
Note			
- It is recommended to accelerate above icing bug + 30 kt.			
- Refer to OPSDATA to determine recommended maximum icing Flight Level.			
■ If in icing condition			
▶ ANTI ICING systemsCHECK ON			
▶ DE ICING systemsCHECK ON			
■ If not able to accelerate and maintain IAS above icing bug +30 kt			
▶ AP OFF			
▶ LOW BANK SET			
Note			
Refer to PRO.NNO.ABN.30.6.ICE.2.A30.17 SEVERE ICING DETECTION for severe icing indications information			
■ If any severe icing indication			
▶ SEVERE ICING procedure (E99.08)APPLY			
■ As long as DEGRADED PERF amber light is ON			
▶ TCASTA ONLY			
▶ ICING CONDITIONS : MONITOR			

Figura 18 - Procedimentos previstos para a condição *Degraded Performance* extraída do QRH da aeronave.

Ao ser acionado o alerta de DEGRADED PERFORMANCE, os seguintes procedimentos deveriam ser realizados:

- manter a IAS acima de ICING BUG + 10 kt;
- monitorar a IAS e a razão de subida; e
- alterar a trajetória de voo.

Uma nota trazia a recomendação de aumentar a velocidade acima de ICING BUG + 30 kt e consultar a documentação técnica para determinar o nível de voo recomendado para se evitar a formação de gelo.

Voando em condições de gelo, confirmar que os sistemas *Anti-Icing* e *De-Icing* estejam ligados.

Se não fosse possível aumentar a IAS acima de ICING BUG + 30 kt, o piloto automático deveria ser desligado e o modo LOW BANK selecionado.

Uma nota remetia ao procedimento 30.17 (Figura 15) para informações sobre a identificação de gelo severo.

Se houvesse indicação de gelo severo, os procedimentos constantes em E99.08 (Figura 16) deveriam ser aplicados.

Enquanto a luz âmbar DEGRADED PERF permanecesse acesa, o TCAS deveria permanecer no modo TA ONLY e as condições de formação de gelo deveriam ser monitoradas.

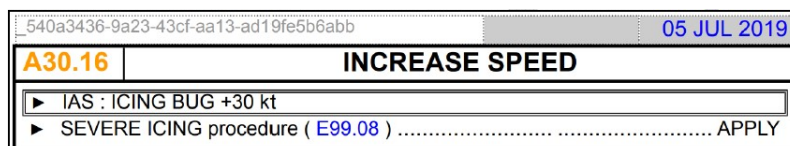


Figura 19 - Procedimento previsto para a condição *Increase Speed* extraído do QRH da aeronave.

Ao ser acionado o alerta de INCREASE SPEED, a IAS deveria ser mantida em ICING BUG + 30 kt e o procedimento para gelo severo E99.08 (Figura 16) deveria ser aplicado.

No caso de falha do sistema *De-Icing* do *airframe*, as condições de formação de gelo deveriam ser evitadas ou abandonadas caso já se fizessem presentes e o *De-Icing airframe* deveria ser desligado.

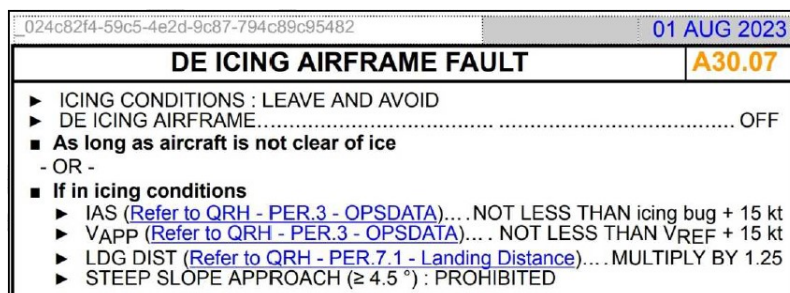


Figura 20 – Procedimento previsto para a falha do sistema *De-Icing airframe* previstos no QRH.

Enquanto a aeronave estivesse com gelo acumulado ou voando em condições de formação de gelo:

- os parâmetros de velocidade deveriam ser observados, porém não inferiores a ICING BUG + 15 kt;
- a VAPP não poderia ser inferior à VREF + 15 kt;
- a distância de pouso deveria ser multiplicada por 1.25; e
- as aproximações para pouso com ângulo igual ou superior a 4,5° eram proibidas.

Registros de manutenção da aeronave

Preliminarmente, a Comissão de Investigação verificou que a última revisão da aeronave, do tipo "2YE", foi iniciada em 01JAN2023 e concluída em 24JUN2023, data de sua Aprovação para Retorno ao Serviço. A manutenção foi realizada pela Organização de Manutenção (OM) Passaredo Transportes Aéreos S.A., sob o Certificado de Organização de Manutenção (COM) nº 0701-04/ANAC, em Ribeirão Preto, SP. Na época, a aeronave registrava *Time Since New* (TSN - tempo desde nova) de 15.289 horas e 10 minutos de voo e *Cycles Since New* (CSN - ciclos desde nova) de 9.593.

A última inspeção de rotina da aeronave, do tipo "Daily Check", foi realizada em 09AGO2024 pela mesma OM, em Ribeirão Preto, SP. Na ocasião, a aeronave registrava TSN de 17.359 horas e 40 minutos de voo e CSN de 11.198.

De acordo com os registros coletados no *Technical Logbook* (diário de bordo), referentes à situação técnica da aeronave, a *Pack 1* estava inoperante desde 05AGO2024.

Uma falha ou mau funcionamento de uma das *Packs* não impedia o despacho da aeronave para a realização de um voo, desde que determinadas condições fossem cumpridas, conforme previsto na *Minimum Equipment List* (MEL - lista de equipamentos mínimos), conforme a Figura 21.

RI	NI	NR	PLACARD	O	M
C	2	1	YES	YES	NO

One may be inoperative provided:
 (a) Flight level is limited to FL 170,
 (b) Associated pack is selected OFF, and

See Operational procedure MOP.21.50-01P Pack (O)

Figura 21 - Trecho da MEL relativa à *Pack*.

Fonte: adaptado da REV 08 da MEL do operador, de 20FEV2024.

No caso particular, para despacho da aeronave com uma *Pack* inoperante, a MEL trazia os seguintes parâmetros a serem observados:

- (1) Número do item - identificava o sistema pela ATA, codificação criada pela *Air Transport Association*, e utilizada na aviação mundial para organização das informações técnicas de manutenção em categorias numeradas. A numeração 21- 50-01 identificava o item *Pack*;

- (2) Título - evidenciava o nome do item relacionado;
- (3) *Rectification Interval* (RI - intervalo para retificação) - identificava a categoria em que o item se enquadrava para definição do tempo máximo para a retificação da condição. A categoria "C" se referia ao prazo de 10 dias consecutivos ou 240 horas, excluindo-se o dia da descoberta da condição de falha ou mau funcionamento;
- (4) *Number Installed* (NI - número de itens instalados na aeronave) - indicava o número de equipamentos, componentes, sistemas ou funções instaladas, correspondendo à configuração certificada de tipo da aeronave;
- (5) *Number Required* (NR - número requerido) - especificava a quantidade mínima de equipamentos, componentes, sistemas ou funções que deveriam estar operacionais para despacho, de acordo com as condições da MEL;
- (6) *Placard* - a condição de despacho poderia exigir que componentes inoperantes fossem claramente sinalizados no *cockpit*. A palavra "YES" informava que deveria haver sinalização no *cockpit*;
- (7) *Operational Procedures* (O - procedimentos operacionais) - um equipamento inoperante poderia referir-se a um procedimento operacional. A palavra "YES" informava que havia referência a um procedimento operacional, indicado no parâmetro (10);
- (8) *Maintenance Procedures* (M - procedimentos de manutenção) - um equipamento inoperante poderia referir-se a um procedimento de manutenção. A palavra "NO" indicava que não havia referência;
- (9) Referências - indicava as condições de despacho que deveriam ser cumpridas. No caso em questão seriam as seguintes:
 - Nível de voo limitado ao FL170; e
 - *Pack* associada selecionada em OFF.
- (10) Código de referência do *MEL Operational Part* (MOP) - o código identificava os procedimentos operacionais que deveriam ser utilizados para o despacho da aeronave sob a condição de uma *Pack* inoperante.

O MOP 21-50-01P referenciado na MEL para o despacho com uma *Pack* inoperante requeria o seguinte:

21-50-01P Pack (O)	
EASA - APPROVED	
ALL	
As an in-flight failure could imply total loss of pressurization, fuel consumption at FL 100 must be taken into account to compute the trip fuel.	
Note	
With a pack selected OFF, engine torque parameter of the related side will increase.	
◦	PL (affected engine).....ADJUST TO OTHER ENGINE

Figura 22 - Procedimento Operacional MOP 21-50-01P - *Pack* (O).

O procedimento operacional incluía o seguinte:

- necessidade de calcular o combustível considerando o consumo da aeronave no FL100;
- nota destacando que o torque do motor relacionado à *Pack* inoperante iria aumentar; e
- ajuste necessário no *Power Lever* (PL - manete de potência) para o motor afetado.

Informações meteorológicas.

As imagens do satélite geostacionário operacional ambiental do *Geostationary Operational Environmental Satellite* (GOES - satélite ambiental operacional geostacionário) 16 do canal 13 (canal infravermelho termal centrado em $10,3 \mu\text{m}$), entre as 14h56min e 16h26min (UTC) do dia 09AGO2024, evidenciaram a presença de uma extensa banda de nuvens sobre os estados do Mato Grosso do Sul (MS), sudoeste do Mato Grosso (MT), centro-norte e leste do Paraná (PR), São Paulo (SP) e extremo-sul de Minas Gerais (MG), conforme ilustrado na Figura 23.

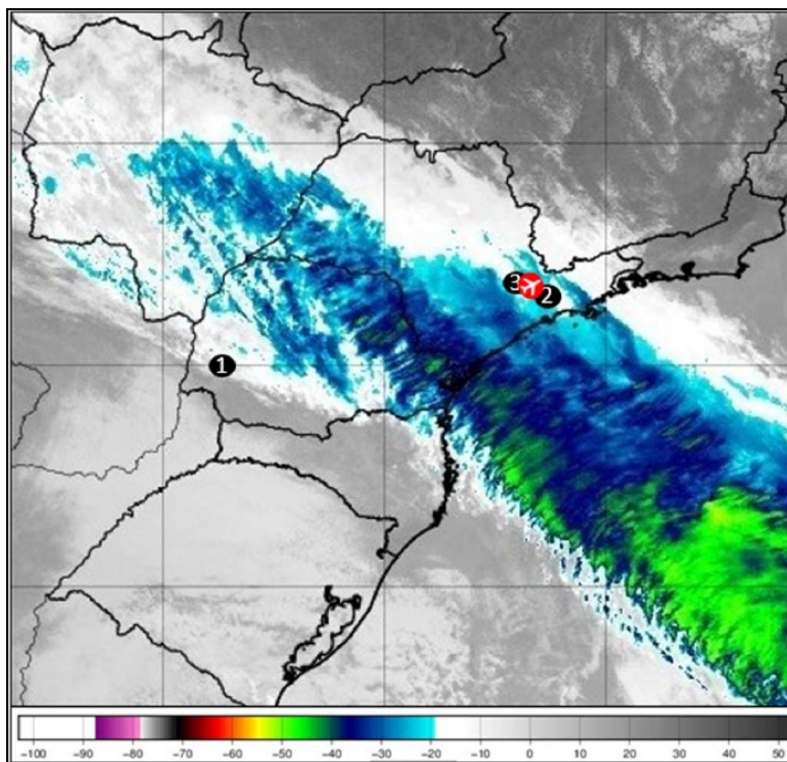


Figura 23 - Imagem de satélite do GOES-16. Em "1", o Aeródromo de SBCA, em "2" o Aeródromo de SBGR e em "3" o Aeródromo de SBKP. No círculo vermelho, o local da ocorrência aeronáutica. Fonte: adaptado do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

Essas nuvens formaram-se do avanço de uma frente fria, que estava associada a um centro de baixa-pressão localizado no oceano Atlântico, na altura do litoral de Santa Catarina (SC).

Conforme ilustrado na Figura 23, predominavam nuvens com topo apresentando temperaturas entre 0°C e -35°C (tons de cinza-claro a azul-escuro), apontando para a existência de nuvens médias do tipo *altocumulus* e *altostratus*. Verificou-se a indicação da presença de nuvens *Towering Cumulus* (TCU) em pontos dispersos e embutidas na camada de nuvens médias, entre o centro-leste do PR e sul de SP, com temperaturas entre -35°C e -45°C (tons de verde-escuro a verde-claro). O conjunto de nebulosidades apresentadas também favorecia a presença de nuvem convectiva do tipo *Cumulonimbus* (CB), porém em pontos isolados no MS e sobre o oceano Atlântico, com temperaturas entre -45°C e -55°C (tons verde-claro tendendo ao amarelo).

Os dados atmosféricos de ar superior provenientes de radiossonda mostravam o perfil vertical atmosférico desde a superfície até a tropopausa (camada da atmosfera por volta de 20 km de altitude), evidenciando o comportamento termodinâmico, a presença de massas de ar, umidade do ar, direção e velocidade do vento.

Na região de interesse existiam três Estações Meteorológicas de Altitude (EMA) com sondagem realizada às 12h00min (UTC) do dia 09AGO2024. Elas estavam localizadas nos Aeródromos de Foz do Iguaçu (SBFI), PR, Curitiba (SBCT), PR, e no Campo de Marte (SBMT), SP.

A fim de se obter um melhor entendimento das condições nas proximidades do local do acidente, foram explorados abaixo os dados da EMA de SBMT.

Os dados da sondagem da EMA de SBMT indicavam que a atmosfera estava muito úmida ($T - T_d < 2^\circ\text{C}$ e a razão de mistura $> 1\text{g/kg}$) em níveis médios, entre 670 hPa (FL110) e 420 hPa (FL230), evidenciando a presença de muita nebulosidade com grande espessura.

Uma vez que a temperatura do ar somente atinge a isoterma de 0°C no nível de 650 hPa (FL120), tem-se então a Formação de Gelo em Altitude (FGA) severa entre o FL120 e 230. O vento no FL170 predominava de Oeste (W) com 46 kt e a temperatura do ar era de -9°C . Identificou-se um vento máximo (corrente de jato) de W e velocidade de 100 kt em torno de 250 hPa (FL340), conforme a Figura 24.

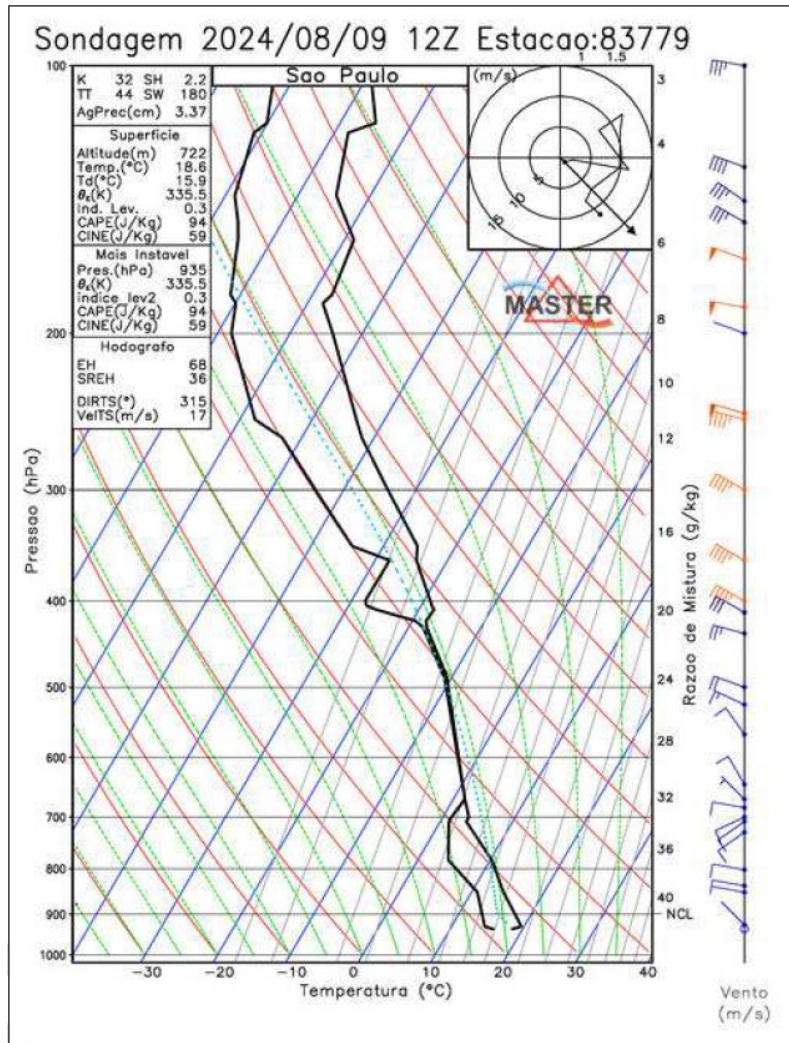


Figura 24 - Diagrama Skew-T log-p com dados de ar superior da sondagem de SBMT, das 12h00min (UTC), do dia 09AGO2024.

No gráfico da Figura 24, a linha preta contínua à direita indica a temperatura do ar e a linha preta contínua à esquerda indica a temperatura do ponto de orvalho. Barbelas ao lado direito do gráfico indicam a direção e velocidade do vento.

Foram emitidas para a *Flight Information Region* (FIR - região de informação de voo) de Curitiba (CW), a mensagem *Significant Meteorological Information* (SIGMET - informações meteorológicas significativas) de FGA, de número 9, com validade das 15h30min às 19h30min (UTC), do dia 09AGO2024. Também, foi emitida para a FIR Brasília (BS), a mensagem SIGMET de FGA severa, de número 2, com a mesma validade, conforme Figura 25.

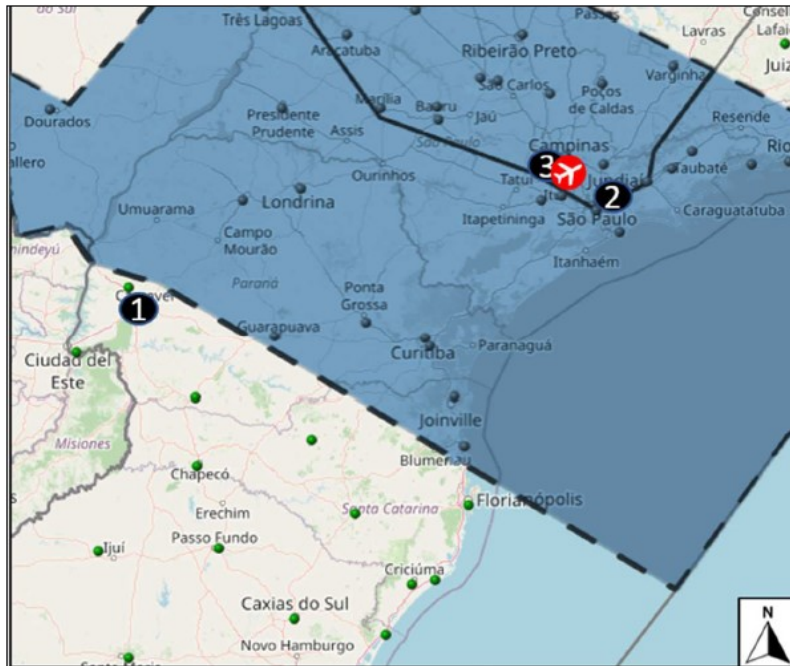


Figura 25 - Áreas das mensagens SIGMET de FGA severa emitidas para a FIR-CW e FIR-BS em hachurado azul. Em "1", o Aeródromo de SBCA, em "2" o Aeródromo de SBGR e em "3" o Aeródromo de SBKP. No círculo vermelho, o local da ocorrência aeronáutica.

As referidas mensagens SIGMET previam a ocorrência de FGA severa (SEV ICE), com base no FL120 e topo no FL210, sem movimento aparente e sem mudança de intensidade, conforme apresentado abaixo:

```

SBBS SIGMET 2 VALID 091530/091930 SBBS -
SBBS BRASILIA FIR SEV ICE FCST WI S1809
W05326 - S2020 W05127 - S2220 W04955 -
S2307 W04734 - S2338 W04639 - S2314
W04552 - S2248 W04546 - S2140 W04452 -
S1804 W05226 - S1809 W05326 FL120/210
STNR NC= SBCW SIGMET 9 VALID
091530/091930 SBCW - SBCW CURITIBA FIR
SEV ICE FCST WI S2024 W05806 - S2204
W05801 - S2221 W05549 - S2359 W05525 -
S2349 W05440 - S2418 W05416 - S2422
W05417 - S2439 W05316 - S2848 W04527 -
S2645 W04345 - S2356 W04006 - S2140
W04452 - S2248 W04546 - S2314 W04552 -
S2338 W04639 - S2307 W04734 - S2220
W04955 - S2020 W05127 - S1809 W05326 -
S1823 W05638 - S2045 W05321 - S2209
W05437 - S2024 W05806 FL120/210 STNR NC=

```

A carta *Significant Weather* (SIGWX - tempo significativo) confeccionada pelo Centro

Integrado de Meteorologia Aeronáutica (CIMAER), abrangendo da superfície ao FL250, para as 18h00min (UTC) do dia 09AGO2024, com validade das 15h00min às 21h00min (UTC), previa para a região de interesse as seguintes condições meteorológicas (Figura 26):

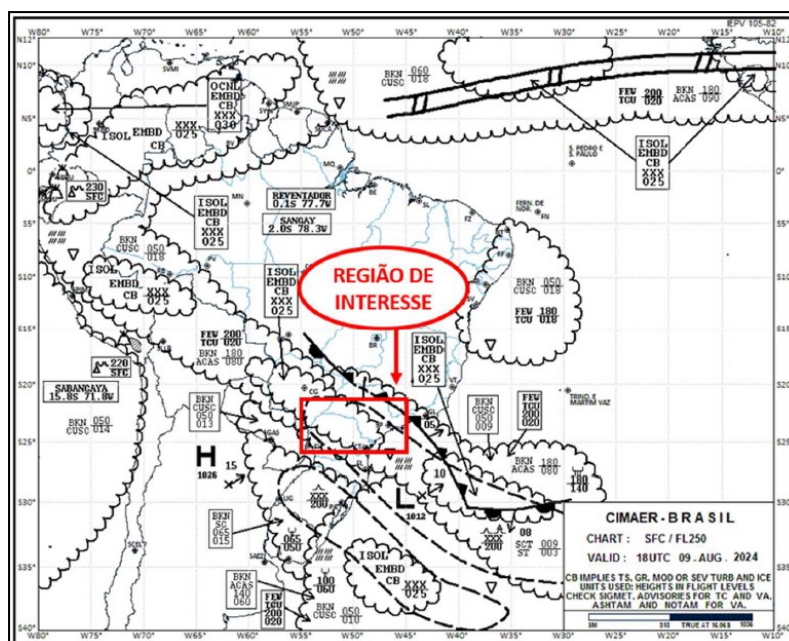


Figura 26 - SIGWX da superfície ao FL250 das 18h (UTC) do dia 09AGO2024. Em destaque no polígono vermelho, a região de interesse.

- frente fria cruzando o Estado de São Paulo, associada a um centro de baixapressão atmosférica de 1.012 hPa situado aproximadamente em 29°S 043°W;
- nuvens TCU, com base a 2.000 ft e topo a 20.000 ft, constituindo de 1 a 2 oitavos do céu (FEW);
- nuvens *Cumulonimbus* (CB) isoladas e embutidas, com base a 2.500 ft e topo acima do FL250;
- nebulosidade baixa de nuvens *Stratus* (ST), com base a 300 ft e topo a 900 ft, constituindo de 3 a 4 oitavos do céu (SCT);
- nebulosidade baixa formada pela combinação de nuvens *cumulus* e *stratocumulus* (CUSC), com base a 900 ft e topo a 5.000 ft, constituindo de 5 a 7 oitavos do céu (BKN);
- nebulosidade média formada pela combinação de nuvens *Alto cumulus* (AC) e *Altostratus* (AS), com base a 8.000 ft e topo a 18.000 ft, constituindo de 5 a 7 oitavos do céu (BKN);
- pancadas de chuva e/ou chuva contínua;
- FGA severo, com base a 14.000 ft e topo 18.000 ft;
- turbulência moderada a severa, com base a 20.000 ft e topo acima do FL250.

Com base no conjunto de informações apresentadas, foi possível identificar que uma frente fria, associada a uma corrente de jato em altos níveis, formou uma banda de nuvens predominantemente do tipo estratiforme, com núcleos convectivos de nuvens do tipo TCU/CB em pontos dispersos e embutidos, abrangendo uma extensa região, desde o sul do MT, passando por MS, SP, sul de MG, centro-norte e leste do PR, até chegar a um centro de baixa-

pressão localizado no oceano Atlântico, na altura do litoral de SC.

A configuração desse centro de baixa-pressão, juntamente com um centro de alta pressão no norte da Argentina, favoreceu a entrada de ar frio polar, provocando queda nas temperaturas no centro-sul do Brasil.

O sistema frontal ocasionou, no local da ocorrência aeronáutica, chuva de intensidade leve, que causou reduções temporárias de visibilidade horizontal à superfície para até 4.000 m, camada de nuvens baixas variando de poucas (FEW) com base a 500 ft a nublado (BKN) com base a 3.500 ft e uma extensa e persistente camada de nuvens médias configurando nublado/encoberto (BKN/OVC) com base a partir de 7.000 ft.

Baseado nos dados atmosféricos de ar superior, foi possível identificar que havia muita umidade combinada com temperatura do ar abaixo de 0°C, o que favoreceu a ocorrência de FGA severa, desde o centro-norte do PR até SP, inicialmente atingindo a camada compreendida entre os FL120 e FL140, com seu topo chegando ao FL230 na borda frontal do sistema em SP.

Comunicações.

De acordo com as transcrições dos áudios de comunicação entre o PS-VPB e os órgãos de controle, verificou-se que a tripulação manteve contato rádio com APP-SP.

O código de chamada referente ao voo PTB2283, realizado pela aeronave PS-VPB da VoePass, era Passaredo 2283.

Com a finalidade de clarificar a sequência de eventos que antecederam ao impacto, a Comissão de Investigação destacou algumas transmissões que podem auxiliar no entendimento da dinâmica do acidente. Para o registro dos horários descritos neste campo, utilizou-se, como referência, o horário UTC.

- 16h05min56s - o Passaredo 2283 fez a primeira chamada para o APP-SP, na frequência 120,025 MHz;
- 16h06min00s - o APP-SP respondeu ao Passaredo 2283, informando que ele mantivesse o nível de voo 170;
- 16h06min05s - o Passaredo 2283 cotejou a mensagem;
- 16h14min21s - o APP-SP solicitou que o Passaredo 2283 chamasse na frequência 135,75 MHz;
- 16h14min28s - o Passaredo 2283 cotejou a mensagem;
- 16h14min36s - o Passaredo 2283 fez uma chamada na frequência 135,75 MHz, informando que estava ciente da informação SIERRA;
- 16h14min40s - o APP-SP questionou como estava a recepção naquela frequência; O Passaredo 2283 respondeu que estava recebendo com eco;
- 16h14min49s - o APP-SP solicitou que o Passaredo 2283 retornasse à frequência 120,925 MHz. O Passaredo 2283 cotejou que retornaria àquela frequência;

- 16h14min59s - o Passaredo 2283 fez uma chamada na frequência 120,925 MHz;
- 16h15min02s - o APP-SP agradeceu e informou para manter o nível de voo 170;
- 16h15min08s - o Passaredo 2283 cotejou que iria manter o nível de voo;
- 16h18min21s - o Passaredo reportou que estava no ponto ideal de descida;
- 16h18min25s - o APP-SP o instruiu a manter o nível de voo 170, sendo a instrução devidamente cotejada pelo Passaredo 2283;
- 16h18min53s - o APP-SP solicitou ao Passaredo 2283 que chamasse o Controle São Paulo na frequência 123,25 MHz;
- 16h19min01s - o Passaredo 2283 respondeu que chamaria na frequência solicitada;
- 16h19min07s - o Passaredo 2283 fez uma chamada inicial na frequência 123,25 MHz do APP-SP, porém não obteve resposta;
- 16h19min16s - o Passaredo 2283 fez uma nova chamada;
- 16h19min19s - o APP-SP respondeu, solicitando que ele mantivesse o nível de voo 170 devido a um tráfego;
- 16h19min23s - o Passaredo 2283 respondeu que iria manter o nível de voo e que estava no ponto ideal de descida, aguardando autorização;
- 16h19min30s - o APP-SP disse que estava ciente e pediu para que ele aguardasse a autorização;
- 16h19min31s - o Passaredo 2283 disse que estava ciente e agradeceu.

Nesse momento, a aeronave encontrava-se no FL170 a cerca de 3 NM do fixo GR249, tendo como tráfego, que lhe restringia temporariamente sua descida, o GLO1455 que realizava a STAR DOSPI 1A e que se encontrava na sua posição relativa de 10 horas, afastado 2,7 NM, com rumo sul e cruzando o FL149 em descida (Figura 27).

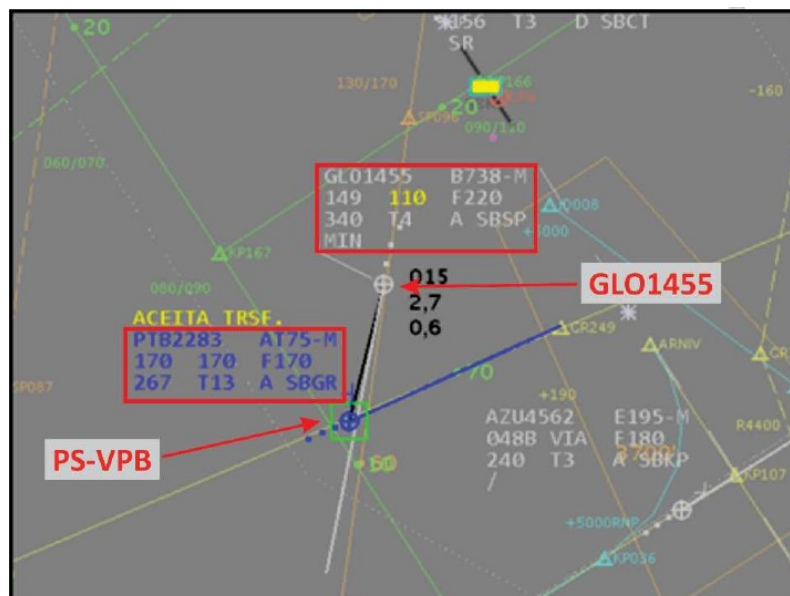


Figura 27 - Revisualização RADAR do momento em que o PS-VPB tinha o tráfego restrito pelo GLO1455.

- 16h20min33s - o APP-SP autorizou o Passaredo 2283 a voar direto para a posição SANPA,

ainda mantendo o nível de voo 170. Informou também que a descida seria autorizada em dois minutos.

- 16h20min39s - o Passaredo 2283 cotejou a mensagem anterior (última comunicação realizada pelo Passaredo 2283).

Nesse momento, o Passaredo 2283 encontrava-se passando sobre o fixo GR249, mantendo o FL170, tendo o tráfego do TAM3230, que o restringia na sua posição relativa de 2 horas, afastado 5,8 NM, nivelado no FL150 e com rumo Norte (Figura 28).

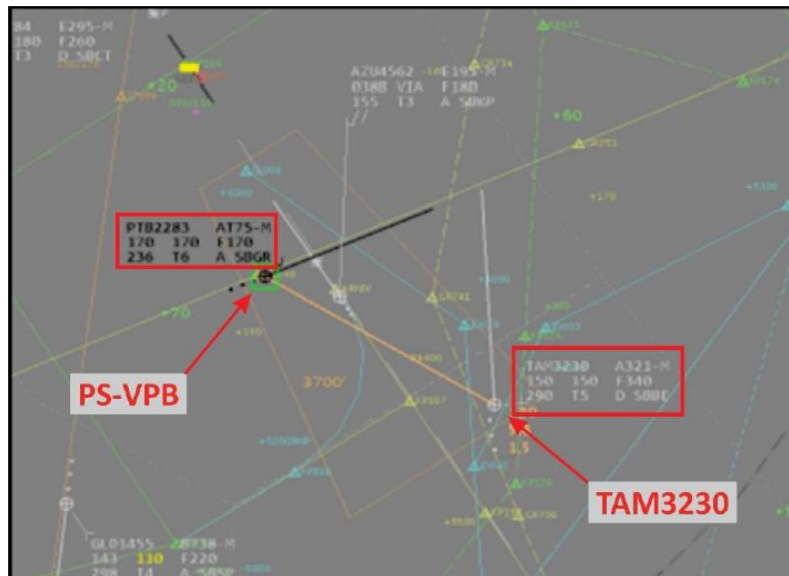


Figura 28 - Revisualização RADAR do momento em que o PS-VPB tinha o tráfego restrito pelo TAM3230.

- 16h21min36s - o APP-SP autorizou o Passaredo 2283 a descer para o nível de voo 090, na proa de SANPA.
- 16h21min54s - o APP-SP solicitou ao Passaredo 2283 que ele confirmasse qual proa estava mantendo.

Das 16h22min02s até às 16h22min49s (UTC), o APP-SP fez cinco chamadas para o Passaredo 2283, porém não obteve resposta.

Ainda, de acordo com as transcrições dos áudios de comunicação entre o PS-VPB e os órgãos de controle, verificou-se que não houve declaração de emergência.

Gravadores de voo.

A aeronave estava equipada com um FDR digital FA2100 FDR L3, modelo 2100- 2/4043, *Part Number* (P/N - número da peça) [2100-4043-00](#), *Serial Number* (S/N - número de série) [000585479](#), com capacidade máxima de 256 palavras por segundo e barramento de comunicação ARINC 573/717. A *Flight Data Acquisition Unit* (FDAU - unidade de aquisição de dados) instalada na aeronave possuía o P/N ED34A350.



Figura 29 - *Flight Data Recorder* instalado na aeronave PS-VPB.

Além disso, a aeronave estava equipada com um CVR digital FA2100 CVR L3, P/N [2100-1020-02](#), S/N 01753, com *software* P/N 840-E1657-01, com capacidade de gravação em três canais de alta qualidade (HQ), com duração de 30 minutos cada, um canal de alta qualidade combinada (HQC) com duração de 30 minutos e dois canais com qualidade padrão (SQ) de duração de 120 minutos cada.



Figura 30 - *Cockpit Voice Recorder* instalado na aeronave PS-VPB.

Os trabalhos de leitura de ambos os gravadores foram realizados no Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA) do CENIPA.

Foi realizada a abertura das *Crash Survivable Memory Unit* (CSMU - unidade de memória resistente a impacto), uma vez que havia graves avarias nos gravadores devido à natureza da ocorrência, tornando-se necessária a extração das memórias das CSMU para leitura no chassi dedicado (*Golden Chassi*) do LABDATA.

Para o CVR, durante a abertura, notaram-se os seguintes aspectos: ausência aparente de umidade, sílica e memória intactas, e ponto indicador de temperatura preservado. Para prosseguir com a leitura, foi realizado um teste de continuidade e verificou-se que o cabo *flat* de conexão estava íntegro.

Para o FDR, conforme o procedimento adotado com o gravador de áudio, verificouse: ausência aparente de umidade, sílica e memória intactas, e ponto indicador de temperatura preservado. Para prosseguir com a leitura, foi realizado um teste de continuidade e verificou-se

que o cabo *flat* de conexão estava íntegro.

O processo de leitura se deu a partir do *Golden Chassi* compatível, atualizando-se o *firmware* de acordo com o P/N do gravador em que cada memória se encontrava.

Dadas as configurações do PS-VPB, verificou-se que o FDAU alimentava o FDR a 128 palavras por segundo e 313 horas de voo foram recuperadas do gravador.

Com base no documento DFDR *recorder parameters decoding law Service Letter nº ATR72-31-6010* e informações obtidas com o operador da aeronave, foi selecionado o *Data Frame V2b config. 1*. O software utilizado para validação e análise dos dados foi o *Insight Analysis v4 SP13*.

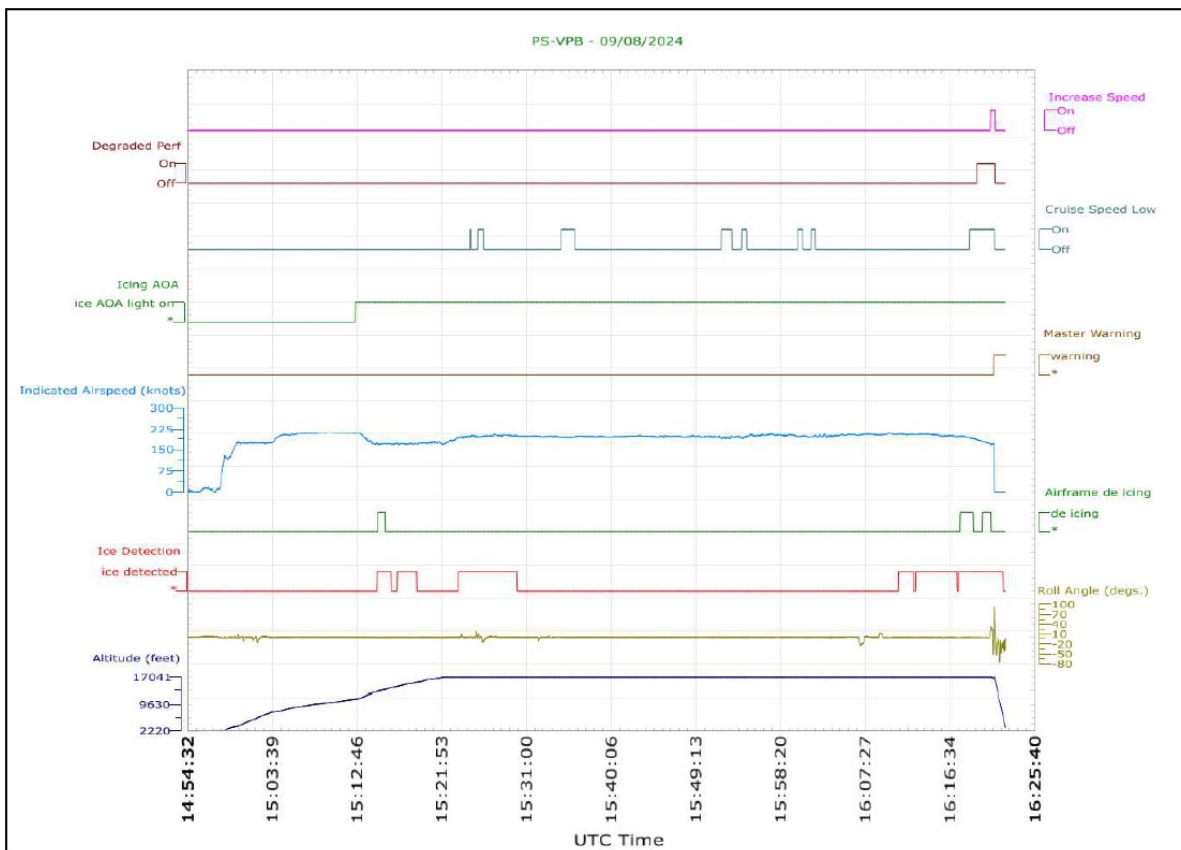


Figura 31 - Parâmetros degradados do FDR e analisados por meio do software *Insight Analysis*.

Com a conversão do arquivo extraído do FDR iniciou-se o trabalho de validação, de acordo com o comportamento da aeronave em voos anteriores gravados no FDR.

O procedimento de extração dos dados do CVR se deu a partir de instruções e informações técnicas no manual do fabricante, *Component Maintenance Manual Model Fa2100CVR Cockpit Voice Recorder*. A validação dos dados ocorreu com a comparação de informações de conversas entre os pilotos e os órgãos de controle com identificação dos horários e destinos informados.

Informações acerca do impacto e dos destroços.

Os destroços foram localizados de forma concentrada a, aproximadamente, 38 NM do destino (SBGR) e 7 NM do Aeródromo de Viracopos (SBKP), Campinas, SP. A aeronave estava em voo de cruzeiro no FL170 quando houve perda de controle em voo, entrando em uma condição de *stall* seguido de "parafuso chato" até colidir contra o solo no município de Vinhedo, SP.

O impacto ocorreu em uma área residencial de um condomínio. A aeronave colidiu contra o solo com alta velocidade vertical e baixa velocidade horizontal, resultando em um sítio com características de destroços concentrados.

Parte do cone de cauda se despreendeu do restante da aeronave no momento do impacto em virtude de um "degrau", em torno de 2 m de altura, presente no terreno. O restante da aeronave repousou na parte mais baixa do terreno, apresentando um amassamento vertical em toda a sua estrutura devido ao impacto, praticamente vertical, contra o solo.

No momento do impacto o radome foi projetado à frente, colidindo contra um muro a, aproximadamente, 30 m de distância do local do impacto. A ponta da asa direita foi seccionada pela colisão contra uma árvore e projetada à frente do local onde repousou o restante da asa. Os motores permaneceram em suas posições originais.

Não foram encontradas evidências de separação estrutural em voo. As asas e a seção traseira da aeronave foram consumidas pelo fogo. O grau de destruição e carbonização dificultou a inspeção de algumas partes e sistemas da aeronave.

Os motores permaneceram presos às asas, porém foram atingidos pelo fogo pós-impacto. Todas as hélices foram fraturadas devido ao impacto contra o solo. O cone de cauda da aeronave colidiu com um muro e não foi consumido pelo fogo.

A cabine de pilotagem e os instrumentos de voo tiveram danos substanciais decorrentes da colisão contra o solo e não foram atingidos pelo fogo.



Figura 32 - Vista geral da aeronave após colisão com o solo e fogo pós-impacto.

Não houve evidências de fogo em voo. O fogo iniciou-se imediatamente após o impacto contra o solo. O material de combustão foi o combustível da aeronave e a fonte de ignição provavelmente originou-se devido ao forte atrito da aeronave com o solo.

O fogo consumiu as asas, os motores e parte da fuselagem, desde as asas até a cauda da aeronave. O combate ao incêndio foi realizado pelos bombeiros locais, mas, devido à dificuldade em controlá-lo, o fogo consumiu grande parte da aeronave.

A cabine de pilotagem e os assentos dianteiros da aeronave não foram atingidos pelo fogo. Da mesma forma, o leme, o estabilizador vertical e o estabilizador horizontal também não foram danificados pelo incêndio.

Andamento das Investigações.

Novos dados factuais estão em processo de coleta para posterior validação, a fim de fundamentar as análises, de modo a garantir a precisão e a confiabilidade das conclusões que serão apresentadas no Relatório Final.

Com base nos dados obtidos por meio das gravações de FDR e CVR, das informações colhidas junto ao operador da aeronave e do seu fabricante, a investigação seguirá três principais linhas de ação:

- Fatores Humanos - explorar os condicionantes individuais, psicossociais e organizacionais relacionados ao desempenho da tripulação ante a situação vivenciada;
- Fator Material - averiguar a condição de aeronavegabilidade, com especial atenção aos sistemas *Anti-Icing*, *De-Icing* e de proteção contra *stall* da aeronave; e

- Fator Operacional - analisar os aspectos relacionados ao desempenho técnico dos tripulantes e dos elementos relacionados ao ambiente operacional no contexto do acidente.

Ao final do processo, o CENIPA publicará o Relatório Final, conforme o que preconiza o Anexo 13 da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, que apresentará o resultado obtido pela Investigação SIPAER em relação às circunstâncias que contribuíram ou que podem ter contribuído para desencadear o acidente, emitindo eventuais recomendações com a finalidade de aprimorar a segurança de voo.

Imprimir

Documento gerado em: 06/09/2024 19:17

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SHIS QI 05 Área Especial 12 - Lago Sul - Brasília/DF 71615-600 Fone: