

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A-517/CENIPA/2021

OCORRÊNCIA:	ACIDENTE
AERONAVE:	PT-GSB
MODELO:	EMB-201A
DATA:	31DEZ2012



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

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

Outrossim, deve-se salientar a importância de 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 PT-GSB, modelo EMB-201A, ocorrido em 31DEZ2012, classificado como “[SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente | Falha estrutural e [LOC-I] Perda de controle em voo”.

Durante um voo de aplicação de defensivo agrícola, a aeronave perdeu uma asa e colidiu contra o solo.

A aeronave ficou destruída.

O piloto sofreu lesões fatais.

Não houve a designação de Representante Acreditado.



ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS	5
1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....	6
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave.	6
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
1.5.2. Formação.....	7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.....	7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.....	7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde.....	7
1.6. Informações acerca da aeronave.....	7
1.7. Informações meteorológicas.....	7
1.8. Auxílios à navegação.....	7
1.9. Comunicações.....	7
1.10. Informações acerca do aeródromo.....	8
1.11. Gravadores de voo.....	8
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.....	8
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	10
1.13.1. Aspectos médicos.....	10
1.13.2. Informações ergonômicas.....	10
1.13.3. Aspectos Psicológicos.....	10
1.14. Informações acerca de fogo.....	10
1.15. Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	10
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	11
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	16
1.18. Informações operacionais.....	17
1.19. Informações adicionais.....	20
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	21
2. ANÁLISE.....	21
3. CONCLUSÕES.....	22
3.1. Fatos.....	22
3.2. Fatores contribuintes.....	23
4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	24
5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....	24

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AD	<i>Airworthiness Directive</i> - Diretriz de Aeronavegabilidade
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DA	Diretriz de Aeronavegabilidade
DAE	Diretriz de Aeronavegabilidade de Emergência
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i> - sistema diferencial de posicionamento global
DIVOP	Divulgação Operacional
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
MNTE	Habilitação de Classe Avião Monomotor Terrestre
MPH	<i>Miles Per Hour</i> - Milhas Por Hora
MS	Manual de Serviços
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
PAGA	Habilitação de Piloto Agrícola - Avião
PCM	Licença de Piloto Comercial - Avião
PIC	<i>Pilot In Command</i> - piloto em comando
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
SAE-AG	Categoria de Registro de Serviços Aéreos Especializados - Aeroagrícola
SERIPA IV	Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SINDAG	Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VS	Velocidade em Relação ao Solo

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	Modelo: EMB-201A Matrícula: PT-GSB Fabricante: Indústria Aeronáutica Neiva Ltda.	Operador: Teruel Aviação Agrícola Ltda.
Ocorrência	Data/hora: 31DEZ2012 - 10:30 (UTC) Local: Fazenda São Pedro Lat. 17°41'27"S Long. 054°49'59"W Município - UF: Sonora - MS	Tipo(s): [SCF-NP] Falha ou mau funcionamento de sistema/componente e [LOC-I] Perda de controle em voo Subtipo(s): Falha Estrutural

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou da área de pouso para uso aeroagrícola da Fazenda São Pedro, município de Sonora, MS, a fim de realizar aplicação de produtos agrícolas em uma área de plantação de arroz, com um piloto a bordo.

Ao realizar a curva de reversão, durante a recuperação após a última aplicação, houve o rompimento da asa direita em voo, causando a perda de controle e, conseqüentemente, a queda da aeronave.

A aeronave ficou destruída e o piloto sofreu lesões fatais.

1.2. Lesões às pessoas.

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

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou destruída e a asa direita foi encontrada a duzentos metros de distância dos destroços principais.



Figura 1 - Vista do estado final da aeronave.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	PIC
Totais	7.648:18
Totais, nos últimos 30 dias	40:40
Totais, nas últimas 24 horas	01:10
Neste tipo de aeronave	Desconhecido
Neste tipo, nos últimos 30 dias	40:40
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:10

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos junto ao Controle Técnico de Manutenção da empresa e com base nas folhas do diário de bordo.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Avião (PPR) no Aeroclube Campo Mourão, RS, em 1984.

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

O Piloto em Comando possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

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

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

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

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série 200322, foi fabricada pela Indústria Aeronáutica Neiva Ltda., em 1977, e estava inscrita na Categoria de Registro de Serviços Aéreos Especializados - Aeroagrícola (SAE-AG).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motor e hélice estavam com as escriturações atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo "IAM", foi realizada, em 18OUT2012, pela Organização de Manutenção Teruel Aviação Agrícola Ltda., estando com 94 horas e 24 minutos voados após a inspeção.

1.7. Informações meteorológicas.

As condições eram favoráveis ao voo visual.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados, porém a aeronave possuía um equipamento *Differential Global Position System* (DGPS - sistema diferencial de posicionamento global) *Satloc*. O programa instalado era o *MapStar 5.2*, *software* que reproduzia log de análises de pré-aplicação e análises de pós-aplicação, o qual armazenava em sua memória dados relacionados aos voos executados.



Figura 2 - Vista do DGPS *Satloc* instalado.

Durante a investigação, foi realizada a recuperação dos dados gravados e armazenados na memória não volátil do DGPS, obtendo-se a altimetria, a proa e a velocidade dos voos do dia do acidente e de voos anteriores.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O acidente ocorreu em terreno firme e irregular, sem que houvesse quaisquer sinais de impacto anterior.

Houve a separação da asa direita em voo e, na sequência, o impacto da aeronave contra o solo. Após a colisão, ela percorreu cerca de cinquenta metros e parou transversalmente ao eixo do seu deslocamento.



Figura 3 - Vista do rastro no solo deixado pela aeronave.

A força do impacto provocou o desprendimento do motor do seu berço e a energia remanescente movimentou-o até a sua parada total. A asa esquerda, desconectada da sua estrutura, repousou ao lado da fuselagem. (Figura 4).

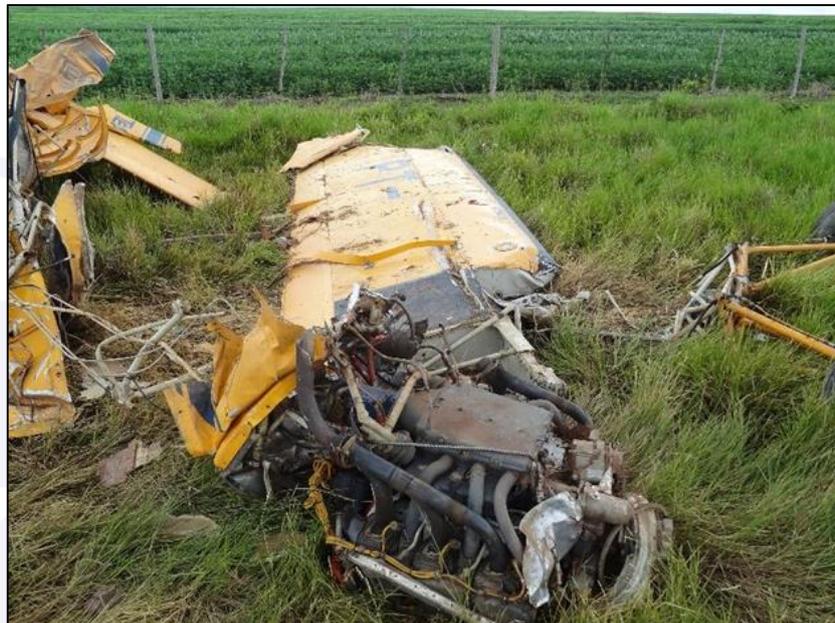


Figura 4 - Imagem do motor e da asa esquerda próximos à fuselagem.

A asa direita da aeronave foi encontrada a 200 metros de distância dos destroços em relação à trajetória do voo.



Figura 5 - Vista da posição da asa direita.

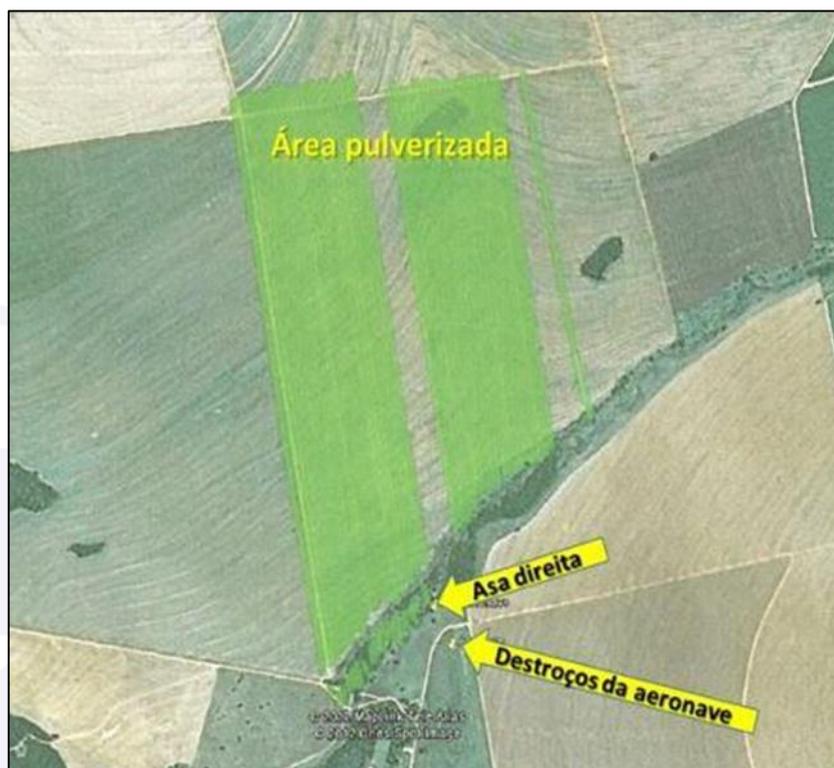


Figura 6 - Vista da área pulverizada e localização dos destroços.
Fonte: adaptado Google Earth.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Nada a relatar.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

O piloto era considerado perfeccionista pelos colegas de trabalho. Seus mapas de pulverização eram bem fechados e ele se esmerava nisso, realizando manobras que possibilitassem um trabalho bem-feito.

Conforme relatos, ele tinha experiência em aplicar defensivo agrícola na fazenda onde ocorreu o acidente. Conhecia a região e estava habituado a executar o tipo de voo. Era dedicado e sempre preocupado com a manutenção das aeronaves.

Foi apurado que era do conhecimento da empresa que o perfil de voo do piloto costumava ser arrojado, através da realização costumeira de manobras próximas ao limite operacional da aeronave, com a intenção de prestar um serviço de qualidade.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve evidência de fogo em voo ou após o impacto.

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

Um dos funcionários da fazenda informou que, ao chegar ao local da ocorrência, o piloto encontrava-se do lado de fora da aeronave com lesões fatais.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

Durante a realização da ação inicial, foi identificada uma ruptura da longarina da semiasa direita nas posições dos quintos pinos (Figura 7 e 8).



Figura 7 - Situação da asa direita no local da ação inicial.



Figura 8 - Vista da asa direita.

A asa direita, as semiasas direita e esquerda, suas fixações e parafusos foram recolhidos do local do acidente para análise.



Figura 9 - Vista do caixão central das semiasas.

Foram recortadas as partes fraturadas da asa direita e encaminhadas para análise laboratorial no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Posteriormente, acompanhado por investigadores do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER), essas amostras foram levadas à sede do fabricante, onde foram analisadas.

A análise e testes das fraturas nas longarinas das semiasas direita e esquerda, parafusos e demais componentes foram conduzidos por analistas de falhas de materiais do Centro de Competência da EMBRAER e pelo Elemento Credenciado - Fator Material da Divisão de Materiais do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e acompanhados por representantes do Quarto Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SERIPA IV), EMBRAER e DCTA.

O Relatório Técnico com as conclusões das análises foi produzido pela Divisão de Materiais do IAE.

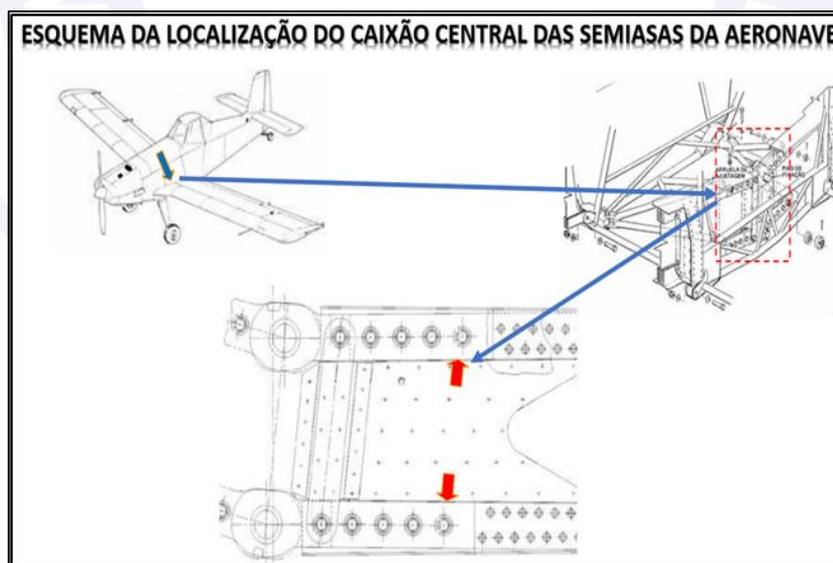


Figura 10 - Localização do caixão das semiasas da aeronave.

Análises da asa direita

As setas vermelhas na Figura 11 indicam a posição das fraturas observadas na longarina da semiasa direita.

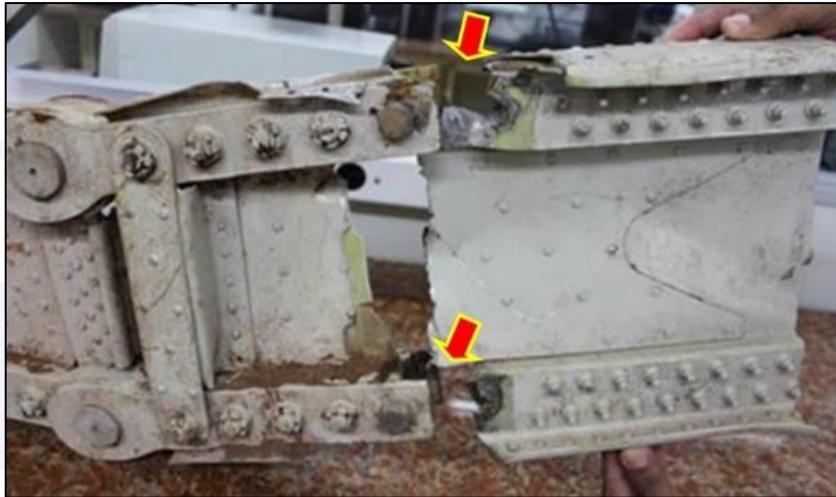


Figura 11 - Região da fratura da longarina da semiasa direita.

As chapas internas da mesa inferior apresentaram aspecto indicativo de fratura por sobrecarga, originado por um processo de fadiga, causando uma redução de sua resistência estrutural (Figura 12).

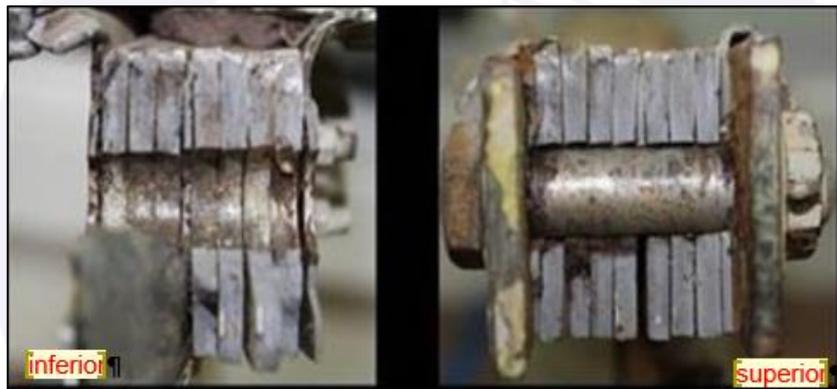


Figura 12 - Vista da fratura por sobrecarga nas mesas inferior e superior da longarina da semiasa direita.

A propagação da fratura ocorreu da chapa 1 em direção à chapa 8. Nota-se que o furo e o pino apresentavam corrosão generalizada (Figura 13).



Figura 13 - Vista da fratura iniciada na chapa 1 e corrosão no pino.

A seta na Figura 14 indica a direção da propagação da corrosão e consequente ruptura das chapas, que partiu da chapa 1, correspondente ao bordo de ataque, para a chapa 8, correspondente ao bordo de fuga, apontados após a desmontagem do conjunto.

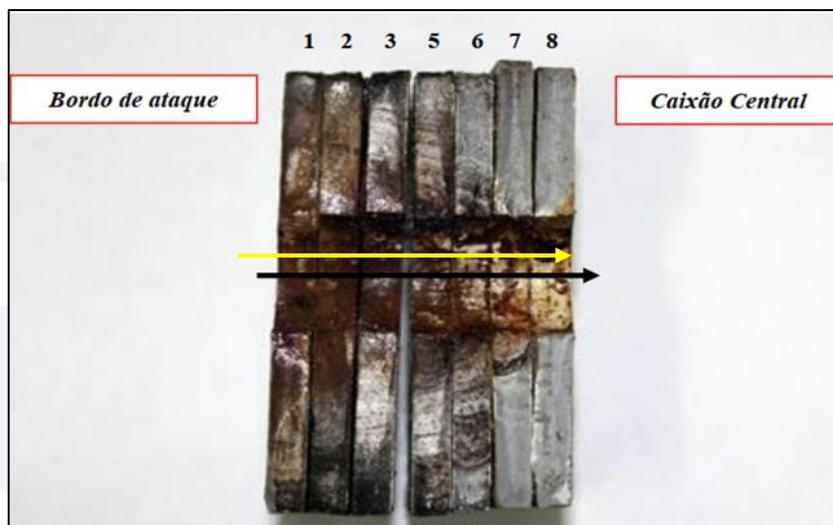


Figura 14 - Vista da direção da propagação da trinca.

Após separadas, as chapas apresentaram considerável comprometimento por corrosão em ambas as faces. (Figura 15).

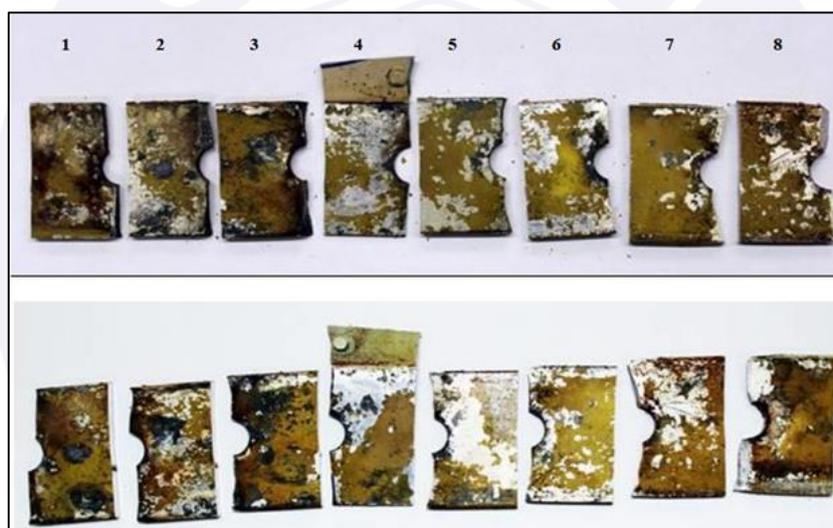


Figura 15 - Vista das chapas da mesa inferior da semiasa direita com corrosão.

A Figura 16 apresenta identificação diferente da dos pinos utilizados nos quintos furos das mesas superior e inferior da semiasa direita.



Figura 16 - Vista das cabeças dos pinos com identificação diferente.

Análises da asa esquerda

A seta amarela e a caneta na Figura 17 indicam a posição da furação que apresentou a trinca na semiasa esquerda.



Figura 17 - Região da trinca na semiasa esquerda.

Nessa mesma região da longarina da semiasa esquerda foi observada uma trinca na furação do quinto pino da mesa inferior, que conectava a treliça do avião da semilongarina à asa do avião.

Os pinos removidos e os respectivos furos apresentaram corrosão generalizada, sendo possível notar a presença de tinta nesses furos.

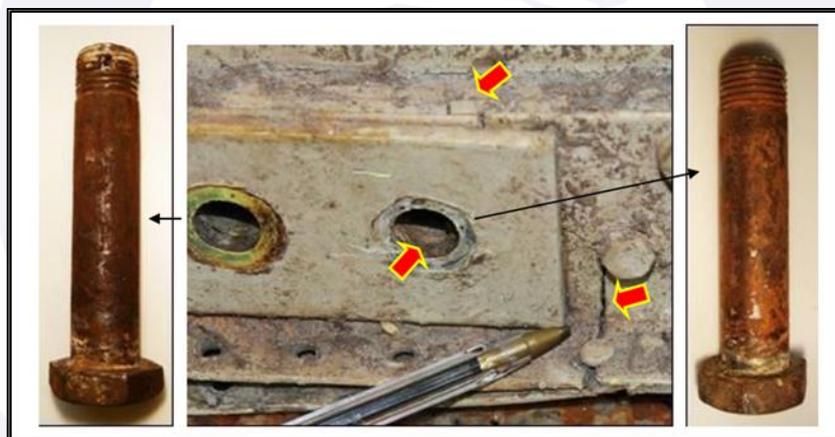


Figura 18 - Trinca observada ao lado da furação do quinto pino, e pinos com corrosão generalizada.

Resultado dos exames

Os exames realizados por estereoscopia nas superfícies de fratura das chapas na região do quinto pino da mesa inferior da semiasa direita, fraturada por fadiga, indicaram que as trincas foram iniciadas em cada chapa interna na região de contato com o pino, facilitadas pelo processo de corrosão.

Os resultados das análises e testes realizados concluíram que a fratura da semiasa direita da aeronave ocorreu devido a um processo de fadiga na mesa inferior da longarina.

A trinca de fadiga propagou-se por cerca de 60% da seção das chapas da mesa inferior, o que causou considerável redução na sua resistência mecânica e levou à sua ruptura final por sobrecarga.

O rompimento da mesa inferior causou sobrecarga no restante da seção da longarina e, conseqüentemente, sua ruptura e perda da asa direita em voo.

As análises realizadas nas trincas observadas no quinto furo da mesa inferior da longarina da semiasa esquerda indicaram a presença de trincas, ainda em estágio inicial, nas duas primeiras chapas. O aspecto nesse furo foi o mesmo observado no quinto furo da mesa inferior da longarina da semiasa direita, indicando que um processo de falha semelhante já estava em andamento na longarina da semiasa esquerda.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

A empresa atuava, havia 40 anos, realizando serviço aéreo especializado na modalidade de aviação agrícola. Sediada em Campo Grande, MS, tinha um setor de manutenção próprio, uma pista homologada e estrutura administrativa centralizada. Possuía bases operacionais em algumas cidades do Estado do Mato Grosso do Sul.

A empresa possuía, também, oficina certificada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) - CHE 7705-02/ANAC nos padrões D1, C2 e F3. A oficina era especializada em inspeções programadas, inspeções em garantia, manutenções e na recuperação de aeronaves IPANEMA acidentadas.

O proprietário da Teruel Aviação Agrícola, além de atuar na administração comercial e operacional da empresa, atuava diretamente na área da manutenção. Por ser engenheiro aeronáutico, acumulava várias funções.

No organograma da empresa, havia um Gestor de Segurança Operacional que, na época do acidente, apresentava bom controle dos assuntos relacionados à Segurança de Voo.

Segundo relatos, um dos motivos de a empresa atrair os pilotos da região era o fato de ela possuir o serviço de manutenção de aeronaves dentro de sua própria sede, bem como a imagem positiva que a empresa tinha no mercado de trabalho do ramo aeroagrícola.

A empresa permitia, a critério de cada piloto, o estabelecimento de procedimentos pessoais em prol de sua segurança e o planejamento das mitigações de risco das áreas a serem pulverizadas. Ela orientava os pilotos a realizarem um voo de reconhecimento antes do início da aplicação, alertava que não deveriam fazer acrobacias e estabelecia o percurso de aplicação em “carrossel” como o melhor procedimento.

O operador deixava os pilotos livres para reportarem os problemas de operação e manutenção que enfrentavam. Porém, os tripulantes evitavam escrever Relatórios de Prevenção, por receio de eventuais envolvimento com órgãos públicos.

De acordo com os dados levantados, a empresa tinha, na visão dos pilotos, um padrão muito bom, com inspeções dentro das normas, manutenção adequada e carga horária de trabalho cumprida conforme a legislação.

Quando o número de horas pré-estabelecido por lei era atingido, a empresa não permitia que os pilotos continuassem voando, mesmo que se sentissem em condições de voar.

A empresa costumava receber candidatos a piloto por currículo ou por indicação e não detinha registros acerca do perfil desejado (perfil profissiográfico). O responsável pela seleção relatou que considerava o bom relacionamento com colegas e clientes e a experiência mínima de uma ou duas safras trabalhadas como características básicas e necessárias para a contratação.

Não havia treinamento específico. Era solicitado que o candidato a piloto na empresa fizesse um voo, seguindo os parâmetros da aeronave, fazendo um sobrevoo operando os pulverizadores com água.

Depois da contratação, a avaliação de desempenho dos pilotos era feita com base em alguns critérios, como: hora trabalhada (rendimento), tipo de cultura de plantio e área de aplicação, relato dos coordenadores sobre o comportamento do piloto e *feedback* dos clientes (sobre questões técnicas e resultado após a aplicação).

Na empresa, os pilotos trabalhavam somente no período de safra, que durava em média 8 meses por ano para as culturas de cana-de-açúcar e 5 meses para as de soja. De modo geral, os horários de aplicação costumavam ser das 05h30min às 09h00min (local) e depois das 16h30min às 18h30min (local), ou seja, no nascer do sol e no final da tarde. Não existia uma rotina de trabalho previsível, já que a realização das atividades dependia sempre das condições meteorológicas.

Apurou-se que a empresa valorizava a segurança nas operações, o cliente e o rendimento (resultados/produtividade do piloto), nessa ordem.

A empresa ofertava aos pilotos, que não residiam na região, um local de moradia no período de safra (nas fazendas ou em repúblicas) com condições mínimas necessárias para descanso.

1.18. Informações operacionais.

Tratava-se de um voo de pulverização aeroagrícola. No dia da ocorrência, as condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual, inexistindo ventos fortes que pudessem ter prejudicado o julgamento do piloto ou dificultado a manutenção do controle da aeronave durante o voo.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

O planejamento da operação na empresa se dava da seguinte forma: os pilotos, em conjunto com o técnico agrícola, faziam o reconhecimento da área e, em seguida, o piloto fazia o planejamento, junto com os coordenadores de campo, sobre como realizar o trabalho, de acordo com a realidade de cada cliente e de cada área de aplicação.

Essa atividade era denominada “vistoria de área de aplicação”. Quando o serviço era solicitado pelo cliente no dia anterior, ela era feita de madrugada, antes do início da aplicação.

O acidente ocorreu no período da manhã, na quarta decolagem do dia.

Segundo as declarações dos funcionários da fazenda, o piloto iniciou suas atividades bem cedo no dia do acidente. O tempo estava bom, com temperatura estimada de 27° C, nuvens esparsas e vento calmo.

Os funcionários informaram que o piloto estava tranquilo e que não reportou qualquer anormalidade com a aeronave durante os abastecimentos, após a primeira decolagem.

O Gestor de Segurança Operacional da empresa disponibilizou, para a Comissão de Investigação, o acesso aos dados extraídos do *Differential Global Positioning System* (DGPS), registrados momentos antes do acidente. Por meio deles, foi possível obter o tempo, a altura e a velocidade em relação ao solo (VS) de todos os voos daquele dia, até o momento do acidente.

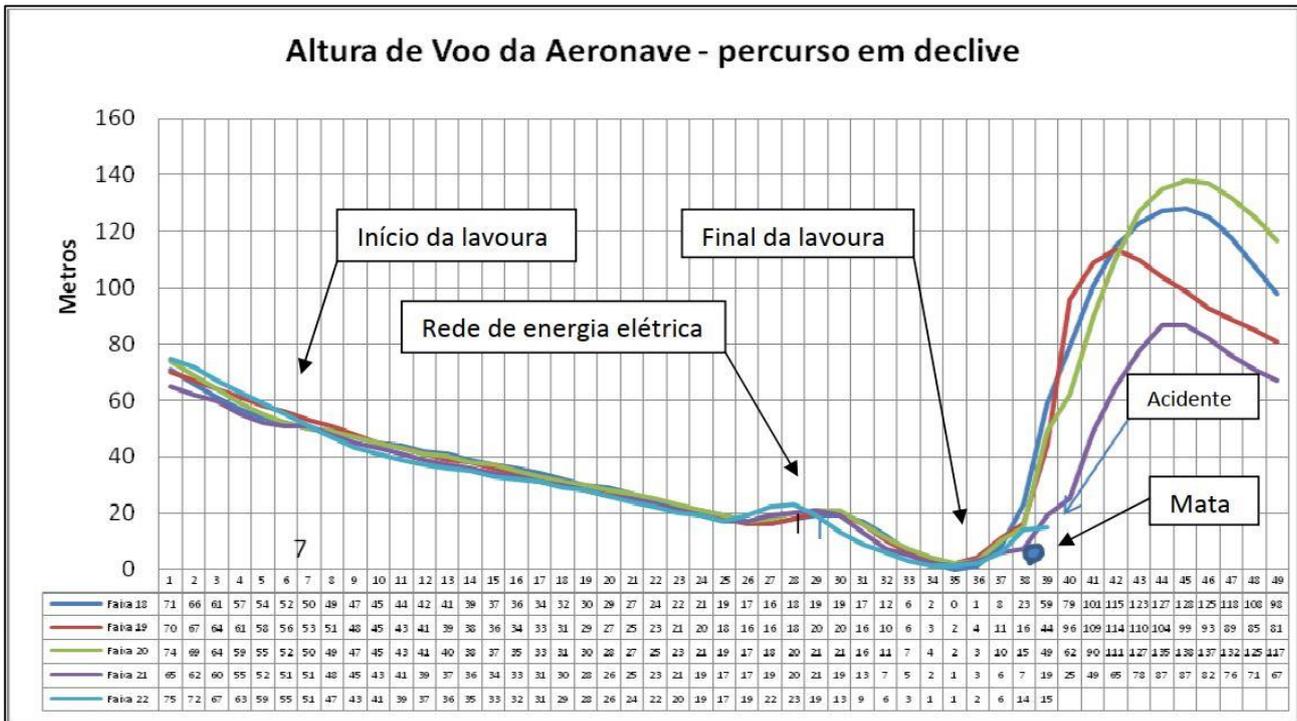


Figura 19 - Gráfico com as alturas de voo da aeronave durante as 4 últimas passagens sobre a lavoura. Fonte: DGPS da aeronave.

A posição nº 7 da Figura 19 indica o início da lavoura onde ocorria a abertura da válvula do produto e o começo do “tiro” (passagem ou faixa). Nas posições 28 e 29, existia uma rede de energia elétrica (aproximadamente 10 metros de altura), local em que a aeronave ganhava altura para ultrapassá-la.

Na posição 36, ocorria o fechamento da válvula de produto e o final da lavoura. Nas posições 38 e 39, existia uma mata com, aproximadamente, 15 metros de altura.

A faixa 22 corresponde à passagem que ocorreu o acidente. Na posição 39 dessa faixa, o DGPS parou de registrar, indicando 15 metros de altura. Já a posição 40 indicava, aproximadamente, o local da colisão contra o solo.

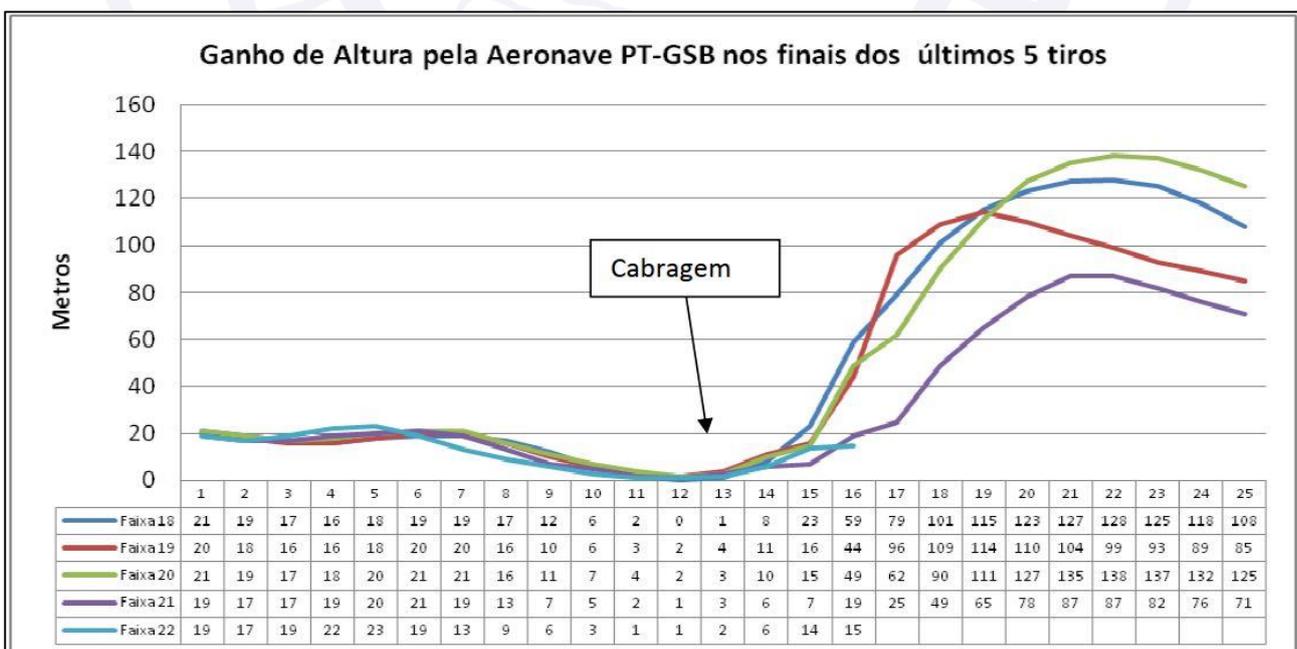


Figura 20 - Gráfico com os ganhos de altura no final das passagens (tiros). Fonte: DGPS da aeronave.

Na Figura 20 pôde-se observar que, em vários “tiros”, a aeronave tinha um ganho de altura que chegava a 100 metros, ao passo que a mata a ser ultrapassada tinha altura inferior a 15 metros. Na análise do voo de outras aeronaves, poucos passaram de 50 metros, dados esses obtidos por meio de análise dos DGPS de outras aeronaves que operam na mesma lavoura.

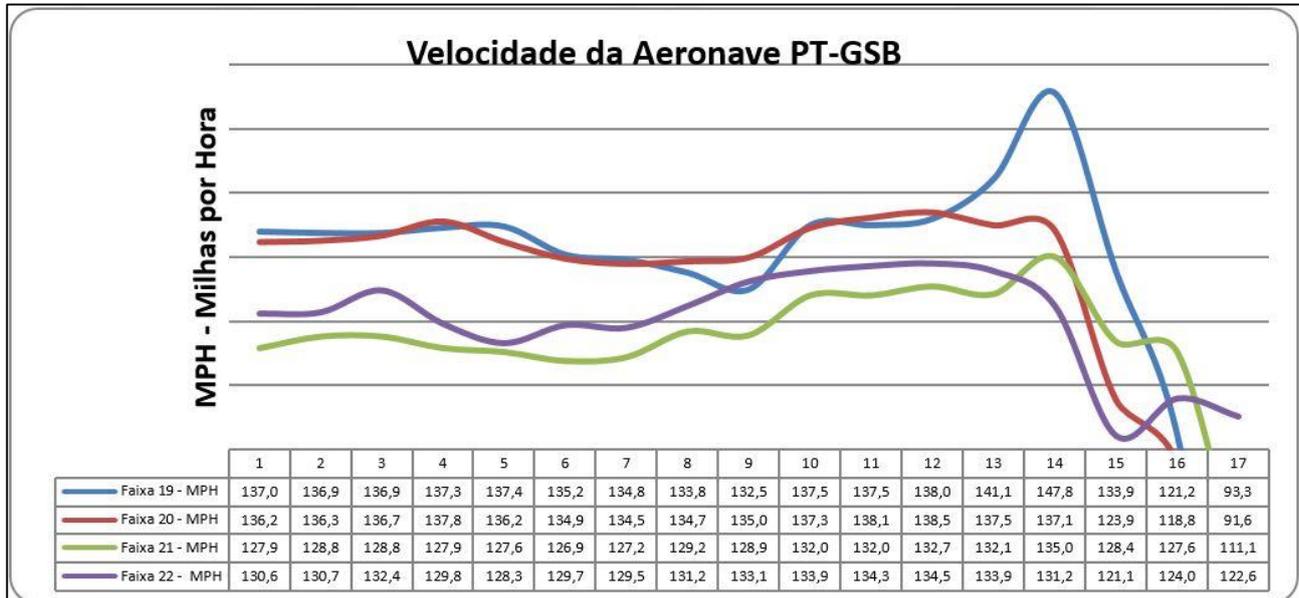


Figura 21 - Velocidades da aeronave durante as passagens (tiros). Fonte: DGPS da aeronave.

Em diversos momentos, a aeronave apresentou velocidade em relação ao solo acima de 135 MPH e, em duas marcações, ultrapassou 140 MPH (Figura 21), provavelmente extrapolando os limites previstos pelo fabricante, dada a diferença entre tal velocidade e a calibrada.

O Manual de Operação do EMB-201A trazia, em sua seção 2 - “Limitações”, página 2-1, as marcações dos instrumentos e as limitações operacionais necessárias para garantir a segurança de operação da aeronave.

**SEÇÃO 2
LIMITAÇÕES**

2-1. INTRODUÇÃO

Esta Seção contém as marcações dos instrumentos, plaquetas e letreiros e as limitações operacionais aprovadas pelo CTA e necessárias para garantir a segurança de operação da aeronave.

2-2. LIMITAÇÕES DE VELOCIDADE — Consulte a figura 2-1.

VELOCIDADE	V _e — MPH		OBSERVAÇÃO
	CATEGORIA RESTRITA	CATEGORIA NORMAL	
VNE Velocidade a nunca exceder	—	169	Esta velocidade não deve ser excedida em qualquer operação
VNO Velocidade máxima estrutural de cruzeiro	—	134	Esta velocidade não deve ser excedida, exceto em atmosfera calma e, mesmo assim, com cautela
VFE Velocidade máxima com flaps	98	98	Esta velocidade não deve ser excedida com os flaps abaixados
VA Velocidade de manobra	—	134	Não acione total ou bruscamente os comandos acima desta velocidade
VMO Velocidade máxima de operação	130	—	Esta velocidade não deve ser excedida em qualquer operação

Figura 22 - Limitações das velocidades.

1.19. Informações adicionais.

Seguem abaixo os itens contidos no Manual de Serviços (MS) EMB-200/201A que deveriam ser executados pelo mantenedor à época:

2-31 Inspeção do avião

Generalidades

A fim de evitar repetições ao longo dos requisitos para inspeção, são dados abaixo os pontos gerais que devem ser verificados.

Estão relacionados em “inspeção” somente os itens a serem verificados; não estão incluídos detalhes de como ou o que verificar.

Verifique como aplicável:

Partes móveis quanto à lubrificação, segurança da montagem, emperramento, desgaste excessivo, frenagem, operação e regulagem corretas, curso correto, rachadura dos suportes, segurança das articulações, mancais defeituosos, limpeza, corrosão, deformação, vedação e tensões.

Tubulação e mangueiras quanto a vazamento, rachaduras, mossas, dobras, raios corretos, segurança, corrosão, deterioração, obstruções e matéria estranha.

Peças metálicas quanto à segurança, a rachaduras, à distorção, a soldas quebradas, à corrosão, à condição da pintura e a qualquer outra avaria aparente.

Cablagem elétrica quanto à segurança, a atrito, a queima, à isolamento defeituosa, a terminais soltos ou quebrados, à deterioração por calor e corrosão dos terminais.

Parafusos em áreas críticas quanto a aperto correto, de acordo com os valores recomendados na tabela de aperto de parafusos durante a instalação ou quando especificamente recomendado nos requisitos de inspeção.

Filtros, telas e fluidos quanto à limpeza, contaminação e/ou substituição nos intervalos recomendados.

2-33 Preparação do avião para inspeção.

A inspeção de 50 horas inclui uma verificação visual do motor, da hélice e do exterior do avião quanto a qualquer avaria ou defeito aparente, troca do elemento do filtro de fluxo total, cumprimento dos requisitos de lubrificação e de manutenção. Remova o “*spinner*” da hélice e a capota do motor, inspecione-os e reinstale-os após a inspeção.

A inspeção de 100 horas (ou anual) inclui toda a inspeção de 50 horas. Abra, solte ou remova todas as portas, painéis e carenagens de inspeção da fuselagem, asas e empenagem como necessário, para efetuar uma inspeção completa do avião. Reinstale-os após a inspeção.

No tocante ao histórico de ocorrências aeronáuticas correlatas com aeronaves do mesmo modelo, foi identificado outro acidente no qual houve perda da asa em voo.

Conforme Relatório Final A-088/CENIPA/2011, a aeronave PT-GHP decolou da pista da Fazenda Porteira Velha, município de Mostardas, RS, para um voo aeroagrícola, a fim de aplicar fungicida em uma área de plantação de arroz.

Dois minutos após a decolagem, a aeronave acidentou-se na lavoura. Foi constatado que houve o rompimento da asa esquerda em voo, causando a perda de controle e, conseqüentemente, a queda da aeronave.

O referido relatório dizia que:

Foi possível verificar que foram realizados serviços de manutenção na asa esquerda que não possuíam conformidade com o previsto pelo fabricante. Foram utilizados rebites não apropriados, reparos em quantidade superior ao permitido e fora das especificações do fabricante.

A asa esquerda desprendeu-se da aeronave devido à fratura ocorrida na longarina dianteira.

A rachadura na longarina dianteira teve origem na sua parte inferior, em razão de cavidades de corrosão na parede dos furos que evoluíram para uma condição de fadiga induzida pelos efeitos de carregamentos cíclicos na asa.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

A Comissão de Investigação, juntamente com o operador, realizou um levantamento/estudo de vários voos da empresa, utilizando as informações do sistema de DGPS das aeronaves da frota.

Com esses dados, foi possível obter o tempo, a altura e a velocidade em relação ao solo de todos os voos da empresa, constatando que não havia um parâmetro operacional dos voos das aeronaves.

2. ANÁLISE.

O acidente ocorreu no período da manhã, na quarta decolagem do dia. As condições meteorológicas eram favoráveis ao voo visual, inexistindo ventos fortes que pudessem ter prejudicado o julgamento do piloto ou dificultado a manutenção do controle da aeronave durante o voo.

A empresa possuía um Gestor de Segurança Operacional, porém ficava a critério de cada piloto estabelecer procedimentos pessoais de segurança, bem como planejar mitigações de risco das áreas a serem pulverizadas, fato que dificultava a padronização dos pilotos.

Conforme mencionado, a empresa orientava os pilotos a realizarem um voo de reconhecimento antes do início da aplicação, alertava que não deveriam realizar acrobacias e recomendava o percurso de aplicação em “carrossel” como melhor procedimento.

Os dados dos DGPS levantados de outros voos realizados na mesma área mostraram que não havia um parâmetro operacional dos voos das aeronaves. A ausência de critérios da empresa para limitar as manobras com possíveis cargas aerodinâmicas elevadas podem ter contribuído para que os limites operacionais fossem desrespeitados.

A cultura do grupo de não realizar o preenchimento de Relatórios de Prevenção demonstrava uma baixa aderência aos procedimentos de Segurança de Voo.

O acompanhamento organizacional da empresa, em relação ao desempenho dos pilotos, pode ter falhado em relação à segurança operacional, na medida em que não foi dada a devida atenção ao perfil arrojado das manobras que o piloto realizava com a intenção de prestar um serviço de qualidade, o que já era de conhecimento da empresa.

A aeronave, no momento do acidente, estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante. Estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido, bem como com as cadernetas de manutenção atualizadas.

Após as verificações realizadas na asa direita, concluiu-se que a fratura da sua semiasa ocorreu devido a um processo de fadiga na mesa inferior da longarina. A trinca de fadiga propagou-se por cerca de 60% da seção das chapas da mesa inferior, o que causou uma redução na sua resistência mecânica e levou a sua ruptura final por sobrecarga. O rompimento da mesa inferior causou uma sobrecarga no restante da seção da longarina e, conseqüentemente, a sua ruptura e desprendimento da asa em voo.

O processo de fadiga ocorreu no quinto furo da mesa inferior da longarina da semiasa direita, tendo iniciado nas bordas do furo das chapas, progredindo da chapa 1 em direção à chapa 8. Observou-se nas superfícies delas e no quinto furo a presença de corrosão que contribuiu para facilitar o início do processo de fadiga.

Foi constatada, também, a presença de tinta na superfície dos furos, o que não era indicado, e nas superfícies de fratura das chapas 1 a 3, indicando que, quando a pintura foi

realizada, essas chapas já se encontravam trincadas. A tinta pode ter mascarado a visualização dos processos de trinca durante as fases de manutenção requerida.

Os pinos utilizados nos quintos furos das mesas superior e inferior da semiasa direita apresentavam identificações com diferentes características, o que pode ser um indicativo de que, no transcorrer da vida útil da aeronave, foram realizados serviços na semiasa que não constavam nos registros de manutenção.

O piloto tinha experiência em aplicar defensivo agrícola na fazenda onde ocorreu o acidente. Foi apurado que o perfil de voo do piloto costumava ser arrojado, através da realização costumeira de manobras próximas ao limite operacional da aeronave. Os dados do DGPS indicaram que o ganho de altura, após as passagens, chegava a 100 metros em um curto espaço de tempo. Além disso, as velocidades utilizadas podem ter ultrapassado os limites estabelecidos no manual de operação.

A utilização da aeronave acima dos seus limites operacionais pode ter contribuído para o agravamento do processo de fadiga encontrado na mesa inferior da longarina direita, fato que também pode ter contribuído para a sua ruptura.

Além disso, a realização de manobras próximas ao limite operacional pode denotar um excesso de confiança em si mesmo e na aeronave, que, por sua vez, pode ter prejudicado a avaliação do risco de tal procedimento.

Embora as inspeções de 50 e 100 h da aeronave estivessem registradas, indicando que elas foram realizadas de acordo com o Manual de Serviço (MS EMB-200/201A), existem sinais de que, em algum momento, alguma dessas inspeções não tenha sido realizada de maneira adequada, pois foi identificado, na análise do DCTA, que havia trincas com resquícios de tinta no seu interior.

O acúmulo de funções do gestor da empresa pode ter prejudicado a realização de adequada supervisão na área de manutenção, favorecendo o surgimento de condições inseguras.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

- a) o PIC estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o PIC estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e Piloto Agrícola - Avião (PAGA) válidas;
- c) o PIC estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- 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 aeronave realizava aplicação de defensivo agrícola;
- i) após o quarto tiro de aplicação, durante a manobra de recuperação, a asa direita despreendeu-se da estrutura da aeronave;
- j) houve perda de controle em voo, seguida de impacto contra o solo;
- k) a fratura da semiasa direita da aeronave ocorreu devido a um processo de fadiga na mesa inferior da longarina;
- l) o rompimento da mesa inferior causou sobrecarga no restante da seção da longarina, acarretando a perda da semiasa direita da aeronave em voo;

- m) a aeronave ficou destruída; e
- n) o PIC sofreu lesões fatais.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - indeterminado.**

A utilização da aeronave acima dos seus limites operacionais indica uma inadequada aplicação dos comandos e pode ter contribuído para o agravamento do processo de fadiga encontrado na mesa inferior da longarina direita, fato que também pode ter contribuído para a sua ruptura.

- **Atitude - indeterminado.**

A realização de manobras arrojadas demonstrou um possível excesso de confiança em si e na aeronave, o que pode ter prejudicado a avaliação do risco de tal procedimento, aumentando a sobrecarga na semiasa que já apresentava indicativos de fadiga.

- **Cultura do grupo de trabalho - indeterminado.**

A cultura do grupo de não realizar o preenchimento de relatórios de prevenção indicava uma cultura informal quanto aos planejamentos em relação à segurança de voo e que, de certa forma, fomentava uma baixa adesão aos procedimentos e normas vigentes no âmbito da aviação.

- **Manutenção da aeronave - contribuiu.**

A presença de tinta nos furos da longarina e a utilização de pinos com características diferentes nos quintos furos das mesas superior e inferior da semiasa direita indicaram que, no transcorrer da vida útil da aeronave, houve a realização de serviços em uma das semiasas em desacordo com as instruções de manutenção e que não constavam nos registros de manutenção.

- **Processos organizacionais - indeterminado.**

O acompanhamento organizacional da empresa, no que se refere ao desempenho dos pilotos, pode ter falhado em relação à segurança operacional, na medida em que não foi dada a devida atenção ao perfil arrojado, e já conhecido, das manobras que o piloto realizava com a intenção de prestar um serviço de qualidade. Além disso, o acúmulo de funções do gestor da empresa pode ter prejudicado a realização de uma adequada supervisão na área de manutenção, favorecendo a adoção de atitudes inseguras.

- **Supervisão gerencial - indeterminado.**

A ausência de critérios da empresa para limitar as manobras com possíveis cargas aerodinâmicas elevadas podem ter contribuído para que os limites operacionais fossem desrespeitados.

Além disso, mesmo a empresa sendo detentora de certificação de oficina de manutenção, pode ter ocorrido uma inadequada supervisão em relação aos procedimentos afetos às estruturas das asas, condição que pode ter acarretado deficiências nos serviços de manutenção.

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.

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”.

As ações corretivas adotadas foram consideradas adequadas para mitigar os fatores contribuintes para o acidente em tela.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Quando da ocorrência do acidente, a empresa operadora elaborou um boletim de alerta com recomendações de segurança a todos os pilotos que estavam operando, proibindo a realização de acrobacias e/ou manobras bruscas em atenção aos limites operacionais e estruturais das aeronaves operadas.

Em 08FEV2013, a EMBRAER emitiu o Boletim de Serviço de Alerta nº 200-057-A005 que fornecia instruções e ilustrações para inspeção detalhada da longarina, incluindo elementos de fixação com a fuselagem e junção das semiasas.

Em 21FEV2013, a ANAC emitiu uma Diretriz de Aeronavegabilidade de Emergência (DAE) Nº 2013-02-01, aplicável aos modelos EMB-200, EMB-200A, EMB-201 e EMB-201A, tornando obrigatória a inspeção detalhada da longarina das semiasas e dos elementos de junção e fixação com a fuselagem, conforme o Boletim de Serviço de Alerta nº 200-057-A005.

Posteriormente, esse Boletim de Serviço passou por três revisões e a Diretriz de Aeronavegabilidade de Emergência foi cancelada e substituída, em 2015, pelos seguintes documentos: DA Nº 2013-05-02 e DA Nº 2013-12-01 que, em resumo, modificavam o número de série das aeronaves aplicáveis e o prazo para o cumprimento.

Em 14SET2015, a ANAC publicou a DA Nº 2015-09-01 que trazia novos critérios de inspeção das semiasas e novo prazo de cumprimento, além de determinar intervalo de inspeções periódicas. Essa Diretriz estabelecia a substituição da inspeção visual por uma inspeção pelo método *Eddy Current*.

Em 11JUN2016, o CENIPA emitiu a Divulgação Operacional (DIVOP) Nº 002A/2016, alertando os operadores, mantenedores e pilotos de aeronaves modelo Ipanema e o Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola (SINDAG) sobre os novos procedimentos de inspeção previstos na DA Nº 2015-09-01, em vigor à época.

Em 25NOV2016, a EMBRAER emitiu o Boletim de Serviço de Alerta nº 200-057-A007 que fornecia instruções mais detalhadas para a inspeção das longarinas e intervalo de cumprimento das inspeções a cada 100 horas.

Em 23DEZ2016, a EMBRAER emitiu o Boletim de Serviço de Alerta nº 200-057-A008 que fornecia instruções para inspeção dos furos de ½ polegada das longarinas das semiasas.

Em 29MAIO2017, a ANAC emitiu a DA Nº 2017-05-02 que cancelava e substituída a DA Nº 2015-09-01 e estabelecia procedimentos de inspeção das longarinas e dos furos de ½ polegada em termos semelhantes aos Boletins de Serviço de Alerta nº 200-057-A007 e nº 200-057-A008.

Em 28JAN2022, a EMBRAER emitiu o Boletim de Serviço nº 200-057-0013, trazendo orientações, instruções e ilustrações sobre a inspeção das longarinas das semiasas em complemento aos documentos emitidos anteriormente, definindo o prazo de 20 horas ou 5 dias para a sua aplicação.

Em, 21 de setembro de 2022.

