

COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



RELATÓRIO FINAL
A - Nº 047/CENIPA/2011

<u>OCORRÊNCIA:</u>	ACIDENTE
<u>AERONAVE:</u>	PT-UKS
<u>MODELO:</u>	EMB-202
<u>DATA:</u>	23SET2009



ADVERTÊNCIA

Conforme 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 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 podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.

Não é foco do mesmo quantificar o grau de contribuição dos fatores contribuintes, incluindo as variáveis que condicionaram o desempenho humano, sejam elas individuais, psicossociais ou organizacionais, e que interagiram, propiciando o cenário favorável ao acidente.

O objetivo exclusivo deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência a acatá-las será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou o que corresponder ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual estão sendo dirigidas.

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do Anexo 13 da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro através 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. A utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, macula o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal.

Conseqüentemente, o seu uso para qualquer propósito, que não o de prevenção de futuros acidentes, poderá induzir a interpretações e a conclusões errôneas.

ÍNDICE

SINOPSE.....	4
GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS.....	5
1 INFORMAÇÕES FACTUAIS	6
1.1 Histórico da ocorrência	6
1.2 Danos pessoais	6
1.3 Danos à aeronave.....	6
1.4 Outros danos	6
1.5 Informações acerca do pessoal envolvido	6
1.5.1 Informações acerca dos tripulantes	6
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	7
1.11 Gravadores de voo	7
1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços.....	7
1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	8
1.13.1 Aspectos médicos.....	8
1.13.2 Informações ergonômicas.....	8
1.13.3 Aspectos psicológicos.....	9
1.14 Informações acerca de fogo	9
1.15 Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	9
1.16 Exames, testes e pesquisas	9
1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento.....	9
1.18 Aspectos operacionais.....	9
1.19 Informações adicionais	10
1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação	11
2 ANÁLISE.....	11
3 CONCLUSÃO	12
3.1 Fatos.....	12
3.2 Fatores contribuintes	12
3.2.1 Fator Humano.....	13
3.2.2 Fator Material.....	13
4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV).....	13
5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA	15
6 DIVULGAÇÃO	14
7 ANEXOS.....	15

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente ocorrido com a aeronave PT-UKS, modelo EMB-202, em 23 SET 2009, classificado como perda de controle em voo.

Durante um voo agrícola de treinamento, o piloto perdeu o controle da aeronave e colidiu contra o solo.

A aeronave teve danos graves.

O piloto sofreu lesões graves.

Não houve designação de representante acreditado.

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CAVAG	Curso de Piloto Agrícola
CCF	Certificado de Capacidade Física
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
DGPS	<i>Differential Global Positioning System</i> – Sistema de posicionamento global diferencial
DIVOP	Divulgação Operacional
IAM	Inspeção Anual de Manutenção
Lat.	Latitude
Long.	Longitude
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
MNTE	Habilitação de classe de aviões monomotores terrestres
PAGR	Habilitação de operação – Piloto Agrícola
PCM	Piloto Comercial – Avião
PPR	Licença de Piloto Privado – Avião
RSV	Recomendação de Segurança de Voo
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SSZW	Designativo de localidade – Aeródromo de Ponta Grossa, PR
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i> – Tempo Universal Coordenado

AERONAVE	Modelo: EMB-202 Fabricante: EMBRAER Matrícula: PT-UKS	Operador: Pelicano Aviação Agrícola Ltda.
OCORRÊNCIA	Data/hora: 23SET2009 / 13:50 UTC Local: Fazenda Nova Santa Cruz Lat. 25°13'32"S – Long. 050°07'32"W Município - UF: Ponta Grossa - PR	Tipo: Perda de controle em voo

1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

1.1 Histórico da ocorrência

O piloto decolou do aeródromo de Ponta Grossa, PR (SSZW), por volta das 10h30min, a fim de realizar um treinamento de aplicação aeroagrícola na Fazenda Nova Santa Cruz, PR.

A aeronave estava com os tanques de combustível cheios e o *hopper* carregado com aproximadamente 300 litros de água.

O piloto disse que havia realizado alguns tiros e, em uma curva de reposicionamento, a aeronave perdeu sustentação e chocou-se contra o solo.

1.2 Danos pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	01	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

1.3 Danos à aeronave

A aeronave teve danos graves na sua estrutura, na hélice e no motor.

1.4 Outros danos

Não houve.

1.5 Informações acerca do pessoal envolvido

1.5.1 Informações acerca dos tripulantes

Horas voadas	
Discriminação	PILOTO
Totais	441:05
Totais nos últimos 30 dias	09:55
Totais nas últimas 24 horas	01:25
Neste tipo de aeronave	20:25
Neste tipo, nos últimos 30 dias	09:55
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:25

Obs.: As horas voadas foram obtidas através dos registros no Aeroclub de Ponta Grossa.

1.5.1.1 Formação

O piloto realizou o curso de Piloto Privado – Avião (PPR), em 1981.

Sua qualificação como Piloto Agrícola – (PAGR) foi realizada no Aeroclub de Ponta Grossa, PR, em 2008.

1.5.1.2 Validade e categoria das licenças e certificados

O piloto possuía licença de Piloto Comercial – Avião (PCM) e estava com as habilitações de classe de aviões monomotores terrestres (MNTE) e de piloto agrícola (PAGR) válidas.

1.5.1.3 Qualificação e experiência de voo

O piloto estava qualificado, mas possuía pouca experiência no tipo de voo.

1.5.1.4 Validade da inspeção de saúde

O piloto estava com o Certificado de Capacidade Física (CCF) válido.

1.6 Informações acerca da aeronave

A aeronave monomotora de asa baixa, modelo EMB-202, número de série 200779, foi fabricada pela empresa NEIVA, em 1998.

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, de motor e de hélice estavam atualizadas.

A última inspeção, do tipo “50 horas”, foi realizada em 03SET2009 pela oficina Fênix Aviação Ltda., em Arapongas, PR, tendo a aeronave voado 19 horas após a mesma.

A IAM (Inspeção Anual de Manutenção) estava valida até 04AGO2010.

1.7 Informações meteorológicas

As condições meteorológicas eram favoráveis ao voo.

1.8 Auxílios à navegação

Nada a relatar.

1.9 Comunicações

Nada a relatar.

1.10 Informações acerca do aeródromo

O acidente ocorreu fora de aeródromo.

1.11 Gravadores de voo

Não requeridos e não instalados.

1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços

O primeiro ponto de impacto contra o solo foi a asa esquerda.

Não houve o desprendimento de partes da aeronave antes do primeiro impacto contra o solo.

Os destroços ficaram distribuídos de forma linear a partir do primeiro ponto de impacto.



Foto 01: vista frontal dos destroços



Foto 02: hélice



Foto 03: distribuição dos destroços



Foto 04: vista lateral

1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas

1.13.1 Aspectos médicos

Não pesquisados.

1.13.2 Informações ergonômicas

Nada a relatar.

1.13.3 Aspectos psicológicos

1.13.3.1 Informações individuais

Não pesquisadas.

1.13.3.2 Informações psicossociais

Não pesquisadas.

1.13.3.3 Informações organizacionais

Não pesquisadas.

1.14 Informações acerca de fogo

Não houve fogo.

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

Após a parada total, o piloto abandonou a aeronave sem necessidade de auxílio.

O piloto estava utilizando macacão de voo e capacete.

1.16 Exames, testes e pesquisas

Não realizados, pois as evidências coletadas durante a ação inicial e o relato do piloto indicaram funcionamento normal de todos os sistemas da aeronave.

1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento

A aeronave pertencia à empresa Pelicano Aviação Agrícola Ltda., com sede em Toledo, PR, a qual possuía outras quatro aeronaves agrícolas.

O PT-UKS estava arrendado ao Aeroclube de Ponta Grossa, conforme contrato de arrendamento válido até 30OUT2009, a fim de possibilitar a realização do curso de formação de piloto agrícola.

O curso havia terminado há aproximadamente duas semanas antes da ocorrência. A aeronave seria deslocada para a sede da empresa e seria utilizada comercialmente na pulverização de lavoura.

O piloto, recém-formado, seria contratado pela empresa Pelicano.

1.18 Aspectos operacionais

Tratava-se da primeira decolagem do dia para um voo de treinamento de pulverização agrícola. Para a realização do voo o piloto solicitou autorização ao proprietário da aeronave.

A área destinada para a aplicação era utilizada pelo Aeroclube de Ponta Grossa, PR na realização do Curso de Piloto Agrícola (CAVAG).

O tripulante conhecia bem a região, visto que as missões práticas do curso foram realizadas naquela área. Ele havia concluído o Curso de Piloto Agrícola dezesseis dias antes do acidente, com desempenho bem satisfatório, ou seja, ligeiramente acima do normal, demonstrando facilidade no aprendizado e bom desempenho cognitivo e psicomotor.

Não foi possível confirmar se todas as missões previstas no Manual do Curso Piloto Agrícola – Avião (MCA 58-17) foram cumpridas, porque as fichas de voo não estavam adequadamente preenchidas.

A altitude média do terreno na região era de 2.600ft.

De acordo com a ficha de peso e balanceamento da aeronave pode-se afirmar que a aeronave estava dentro dos limites de peso e do centro de gravidade (CG) especificados pelo fabricante, porém próximo ao peso máximo previsto no manual de voo que era de 1800kg. A aeronave estava com os tanques cheios combustível, com o hopper abastecido com 300 litros de água e com o equipamento de pulverização instalado.

Segundo o relato de testemunhas, o piloto realizou a curva de reposicionamento com uma inclinação maior do que a recomendada nos manuais.

Posteriormente, o piloto confirmou que desligou o *Differential Global Positioning System* (DGPS), após a quarta passagem, e que passou a apertar mais as curvas de reposicionamento, utilizando maior inclinação de asas, a fim de “sentir” melhor o comportamento do avião.

O piloto informou que, em uma dessas curvas, sentiu o avião vibrar e que, em seguida, perdeu o controle da aeronave, que colidiu contra o solo.

1.19 Informações adicionais

1.19.1) A teoria do estol, extraída do livro “Anatomy of a Spin” de John Lowery:

Em ângulos de ataque normalmente utilizados durante a subida, cruzeiro e descida, o fluxo de ar em torno da asa segue as curvaturas superior e inferior da asa. O fluxo de ar ao longo da superfície superior flui suavemente até chegar ao bordo de fuga. Nesse ponto, ocorre a separação da camada limite, e se cria uma leve esteira de turbulência (vide figura 01). Essa esteira de turbulência se mantém essencialmente inalterada quando o ângulo de ataque da asa é aumentado até um certo ponto, cerca de 12 graus (vide figura 02).

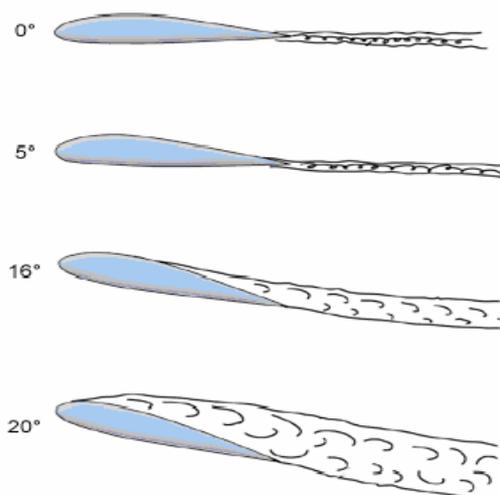


Figura 01: Efeito do aumento do ângulo de ataque.

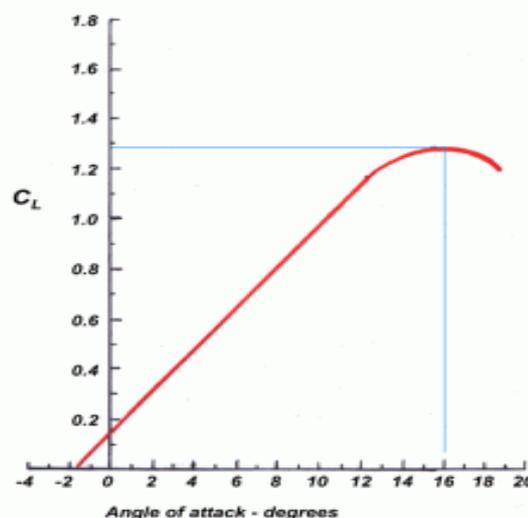


Figura 02: Variação do coeficiente de sustentação (CL) com o ângulo de ataque.

Ao observar as figuras 01 e 02, percebe-se que até cerca de 12 graus de ângulo de ataque, a separação da camada limite permanece constante. No entanto, se o ângulo de ataque for aumentando para além da porção de linha reta do coeficiente da curva de sustentação (figura 02), nesse caso 12 graus, a separação da camada limite desloca-se para a frente ao longo da superfície superior da asa, diminuindo a quantidade de área da asa que está trabalhando para produzir sustentação. Continuar a aumentar o ângulo de ataque resulta em um aumento menor de sustentação a cada grau, até que a cerca de 16° a mesma decresce.

Para exemplificar, quando uma aeronave está em um circuito para pouso, fazendo uma curva de inclinação normal pela esquerda, da perna do vento para a perna base, como o "G" aplicado não excede o valor 1, não ocorre a separação da camada limite; o ângulo de ataque é normal.

Ao girar da base para a final, considera-se haver um vento de través vindo da esquerda, afastando a aeronave da linha central da pista. Para compensar, o piloto aumenta o ângulo de inclinação, e começa a puxar o manche (o que aumenta a carga "G"), apertando a curva para a final, de modo a não ultrapassar o eixo da final. A puxada do manche aumenta o ângulo de ataque.

Se o piloto continuar aumentando a puxada, em função de ainda haver tendência de ultrapassar o eixo da final, ocorrerá uma trepidação ("buffet") no profundor ou na estrutura, ou ocasionando um alerta de estol. Nesse ponto há o perigo, porque a trepidação, ou o alerta de estol, é o sinal de que a separação da camada limite deslocou-se para a frente a partir do bordo de fuga da asa. Isso representa a aproximação do coeficiente máximo de sustentação da asa.

1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação

Nada a relatar.

2 ANÁLISE

De acordo com as informações levantadas pela Comissão de Investigação de Acidente Aeronáutico, identificou-se que o piloto conhecia bem a área onde ocorreu o acidente, pois havia concluído o seu Curso de Piloto Agrícola nesse local dezesseis dias antes. Entretanto, verificou-se um problema administrativo na coordenação do voo, pois na data da ocorrência o piloto não possuía mais vínculo com a escola de formação, nem com a empresa Pelicano proprietária da aeronave. A autorização foi obtida com o proprietário, porém essa concessão caberia ao Aeroclube de Ponta Grossa que detinha o arrendamento da aeronave até 30OUT2009.

Apesar de o desempenho do piloto no Curso de Piloto Agrícola ter sido considerado ligeiramente acima da média, não foi possível comprovar a evolução do mesmo no exercício da atividade aérea, pois as fichas de voo não estavam adequadamente preenchidas. Tal fato, além de não permitir a comprovação da realização de todas as missões previstas no Manual do Curso Piloto Agrícola – Avião (MCA 58-17), não permitiu uma avaliação específica do desempenho do piloto especificamente no exercício de curvas de reversão ("balão").

Independente do desempenho no curso realizado, de fato o piloto ainda possuía pouca experiência neste tipo de aeronave, contabilizando apenas 20 horas e 25 minutos de EMB-202, de um total geral de 441 horas e 05 minutos.

Com a intenção de adquirir mais experiência na aeronave e no voo de pulverização, o piloto decolou para um voo de treinamento com a aeronave próxima ao seu peso máximo (tanques de combustível cheios, 300 litros de água no *hopper* e equipamento de pulverização instalado). Dessa forma, no planejamento da missão o piloto deveria ter se preparado para uma operação com a aeronave próxima ao peso máximo, principalmente na fase mais crítica do voo, a curva de reversão (“balão”), fase em que há um decréscimo da velocidade aproximando-se do estol. Após a realização de quatro passes com o DGPS ligado, desligou-o e passou a realizar as curvas de reversão com maior inclinação.

No momento em que o piloto passou a aumentar a inclinação e a puxada para realizar o passe subsequente, ele passou a levar a aeronave a trabalhar próxima ao coeficiente de sustentação máximo das asas, ou seja, na iminência do estol. Esta situação constitui uma condição de elevado risco, em especial por se tratar de um voo à baixa altura, sem margem de recuperação.

Em uma dessas curvas, o piloto disse que percebeu uma trepidação seguida da perda de controle. Esta trepidação (“buffet”) caracterizava o início do descolamento da camada limite do extradorso da asa, indicando a proximidade do estol e a necessidade de reduzir o ângulo de ataque, ou seja, aliviar a puxada. Entretanto, a pouca experiência de voo e na aeronave dificultou esta percepção por parte do piloto, e ao continuar comandando uma puxada, com grande inclinação de asas, já no pré-estol (“buffet”), o piloto de fato levou a aeronave à condição de estol à baixa altura, ocasionando a perda de controle em voo.

Não foi possível determinar se o voo próximo aos limites operacionais da aeronave foi decorrente de um excesso de confiança do piloto ou apenas de seu baixo nível de experiência na aeronave e no tipo de atividade.

3 CONCLUSÃO

3.1 Fatos

- a) o piloto estava com o CCF válido;
- b) o piloto estava com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- c) o piloto era qualificado e possuía pouca experiência no tipo de voo e no modelo de aeronave;
- d) as fichas de voo do piloto no Curso de Piloto Agrícola não estavam adequadamente preenchidas;
- e) a aeronave estava com o CA válido;
- f) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- g) o peso da aeronave estava próximo ao limite operacional definido pelo fabricante;
- h) o piloto realizava um treinamento de aplicação aeroagrícola;
- i) as condições meteorológicas eram favoráveis ao tipo de voo realizado;
- j) o piloto afirmou que após a quarta passagem passou a aumentar a inclinação e a puxada para realizar o passe subsequente;
- k) o piloto informou ter sentido o avião vibrar e, em seguida, ter perdido o controle da aeronave, que colidiu contra o solo;

- l) a aeronave teve danos graves; e
- m) o piloto sofreu lesões graves.

3.2 Fatores contribuintes

3.2.1 Fator Humano

3.2.1.1 Aspecto Médico

Não pesquisado.

3.2.1.2 Aspecto Psicológico

Não pesquisado.

3.2.1.3 Aspecto Operacional

3.2.1.3.1 Concernentes a operação da aeronave

a) Aplicação dos comandos - contribuiu

Durante a curva de reversão (“balão”) o piloto percebeu uma vibração (“buffet” ou pré-estol), porém continuou aplicando os comandos no sentido de aumentar o ângulo de ataque, ultrapassando o coeficiente máximo de sustentação das asas, ocasionando o estol e a perda de controle em voo.

b) Instrução – indeterminado

Devido ao preenchimento incompleto das fichas de voo durante o Curso de Piloto Agrícola, não foi possível avaliar o desempenho do piloto no exercício curva de reversão (“balão”).

c) Julgamento de pilotagem – contribuiu

Ao decidir “apertar as curvas de reversão” (“balão”) após o quarto passe, o piloto não avaliou que o aumento da inclinação e da puxada levaria a aeronave a operar próximo ao estol, estando próximo ao peso máximo e com insuficiente altura para recuperação.

d) Pouca experiência do piloto – contribuiu

A pouca experiência do piloto não permitiu o reconhecimento imediato de que a vibração na aeronave, durante a curva de reversão (“balão”), significava o anúncio da entrada na fase de pré-estol e a necessidade de uma ação imediata para reduzir o ângulo de ataque, a fim de se evitar o estol.

3.2.2 Fator Material

Não contribuiu.

4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV)

É o estabelecimento de uma ação que a Autoridade Aeronáutica ou Elo-SIPAER emite para o seu âmbito de atuação, visando eliminar ou mitigar o risco de uma condição latente ou a consequência de uma falha ativa.

Sob a ótica do SIPAER, é essencial para a Segurança de Voo, referindo-se a um perigo específico e devendo ser cumprida num determinado prazo.

Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo SERIPA 5:

Ao SERIPA 5, recomenda-se:

RSV (A) 054 / 2010 – SERIPA 5

Emitida em: 04/08/2010

1) Divulgar, no prazo de três meses, e com a finalidade preventiva, em DIVOP, a todas as empresas aeroagrícolas e escolas de formação de piloto agrícola existentes em sua área de jurisdição, os ensinamentos colhidos e as recomendações emitidas na presente investigação.

À Pelicano Aviação Agrícola Ltda., recomenda-se:

RSV (A) 055 / 2010 – SERIPA 5

Emitida em: 04/08/2010

1) Determinar, de imediato, por meio de divulgação Operacional, que os tripulantes considerem, no planejamento das missões, os gráficos de desempenho das aeronaves a fim de evitar condições de estol e/ou perda de controle de voo.

Ao Aeroclube de Ponta Grossa, recomenda-se:

RSV (A) 056 / 2010 – SERIPA 5

Emitida em: 04/08/2010

1) Criar, de imediato, dispositivo que permita aos instrutores da cadeira “Segurança de Voo” enfatizar os riscos e as consequências da realização de curvas de reposicionamento com inclinação de asas maior do que o previsto.

RSV (A) 057 / 2010 – SERIPA 5

Emitida em: 04/08/2010

2) Criar, de imediato, mecanismo de supervisão e acompanhamento do programa de instrução do Curso de Piloto Agrícola (CAVAG), a fim de garantir o fiel cumprimento do MCA 58-17 e o correto preenchimento das fichas de instrução de voo.

Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo CENIPA:

À ANAC, recomenda-se:

RSV (A) 160 / 2011 – CENIPA

Emitida em: 01/08/2011

1) Incrementar a fiscalização nas escolas de formação de piloto agrícola, avaliando o fiel cumprimento do Manual do Curso Piloto Agrícola – Avião (MCA 58-17), tendo em vista que nesta investigação verificou-se que as fichas de voo não estavam adequadamente preenchidas.

5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA

Nada a relatar.

6 DIVULGAÇÃO

- Aeroclub de Ponta Grossa;
- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- Pelicano Aviação Agrícola Ltda; e
- SERIPA 5.

7 ANEXOS

Não há.

Em, 01 / 08 / 2011.