



COMANDO DA AERONÁUTICA
CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE
ACIDENTES AERONÁUTICOS



ADVERTÊNCIA

O único objetivo das investigações realizadas pelo Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER) é a prevenção de futuros acidentes aeronáuticos. De acordo com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional (Convenção de Chicago) de 1944, da qual o Brasil é país signatário, não é propósito desta atividade determinar culpa ou responsabilidade. Este Relatório Final Simplificado, cuja conclusão baseia-se em fatos, hipóteses ou na combinação de ambos, objetiva exclusivamente a prevenção de acidentes aeronáuticos. O uso deste Relatório Final Simplificado para qualquer outro propósito poderá induzir a interpretações errôneas e trazer efeitos adversos à Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Este Relatório Final Simplificado é elaborado com base na coleta de dados, conforme previsto na NSCA 3-13 (Protocolos de Investigação de Ocorrências Aeronáuticas da Aviação Civil conduzidas pelo Estado Brasileiro) e foi disponibilizado à Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando à identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA									
DATA - HORA		INVESTIGAÇÃO				SUMA N°			
03FEV2024 - 09:20 (UTC)		SERIPA II				A-020/CENIPA/2024			
CLASSIFICAÇÃO		TIPO(S)							
ACIDENTE		[LOC-I] PERDA DE CONTROLE EM VOO							
LOCALIDADE		MUNICÍPIO		UF		COORDENADAS			
FAZENDA IPANEMA		CORRENTINA		BA		13°40'38"S		046°09'06"W	

DADOS DA AERONAVE					
MATRÍCULA		FABRICANTE		MODELO	
PT-UCK		NEIVA		EMB-201A	
OPERADOR		REGISTRO		OPERAÇÃO	
AERO AGRICOLA CAMBARA LTDA.		SAE-AG		AGRÍCOLA	

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

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo Fazenda Ipanema (SIPH), Correntina, BA, por volta das 09h20min (UTC), a fim de realizar voo de aplicação de defensivo agrícola, com um piloto a bordo.

Durante a aplicação, após realizar a curva de reversão, houve perda de controle da aeronave com consequente choque contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto saiu ileso.



Figura 1 - Vista da aeronave no local do acidente.

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

O Piloto em Comando (PIC) possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PCM) e estava com as habilitações de Avião Monomotor Terrestre (MNTE) e de Piloto Agrícola - Avião (PAGA) em vigor. Seu Certificado Médico Aeronáutico (CMA) também estava em vigor.

Os dados da Caderneta Individual de Voo (CIV) digital do PIC estavam desatualizados. O PIC reportou não realizar tal controle, estimando que contava com mais de 6.000 horas totais de voo, tendo ultrapassado as 2.000 horas no modelo da aeronave acidentada. Acrescentou que havia realizado cerca de 90 horas de voo nos 90 dias anteriores à ocorrência, todas em aeronaves modelo EMB-201A.

Quanto à experiência recente do PIC, o diário de bordo da aeronave mostrou que o PIC havia cumprido o estabelecido na seção 61.21 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 61, Emenda nº 14, Licenças, habilitações e certificados para pilotos.

Seu último exame de proficiência para revalidação da habilitação de PAGA foi realizado em 14JUN2019. Dessa forma, o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

A aeronave, modelo EMB-201A, *monoplace*, monomotor de asa baixa, equipada com trem de pouso do tipo convencional, *Serial Number* (SN - número de série) 200563, foi fabricada pela Neiva, em 1987, e contava com 4.798 horas e 40 minutos totais de voo.

Estava inscrita na Categoria de Registro Privada - Serviços Aéreos Especializado Público Aeroagrícola. Tinha como operador a empresa Aero Agrícola Cambará Ltda. e operava com base nas regras estabelecidas pelo RBAC 137 - Cadastro e requisitos operacionais: operações aeroagrícolas, Emenda nº 5, de 02OUT2023.

As últimas inspeções da aeronave, dos tipos “100 horas e obtenção do Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA)”, foram realizadas no dia 26OUT2023, pela Organização de Manutenção (OM) KKS Manutenções de Aeronave, em Formosa, GO, estando a aeronave com 94 horas e 40 minutos após as referidas inspeções.

A aeronave era equipada com um motor convencional, fabricado pela *Lycoming Engines*, modelo IO540-K1J5D, SN L-23157-48A, que contava com 4.798 horas e 40 minutos totais de funcionamento e 44 horas e 40 minutos após a sua última inspeção de 50 horas.

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

A aeronave estava com o CVA em vigor.

No momento do acidente, apresentava os seguintes valores de peso e balanceamento:

Item	Peso (Kg)	Braço (m)	Momento (Kg.m)
Peso Básico Aeronave	1.023,63	0,39	401,21
Peso Piloto	65,00	1,46	95,00
Hopper (540 l)	540,00	0,33	178,2
Combustível (200 l)	160,00	0,28	44,80
Valores totais	1.788,63	2,46	719,21
Ponto de referência para estes valores de peso			0,402 m
LIMITES DA AERONAVE			
PESO MÁXIMO DE DECOLAGEM (PMD)			1.800 kg
LIMITE DO CG À FRENTE			0,359 m
LIMITE DO CG ATRÁS			0,462 m

Figura 2 - Valores de peso e balanceamento da aeronave.

Com base nos cálculos acima, observou-se que, no momento do acidente, a aeronave encontrava-se dentro dos limites de peso e balanceamento.

Conforme relato do PIC, o acidente ocorreu na realização do segundo passe na primeira faixa (área de lançamento de defensivo agrícola).

Ao final do primeiro passe, após a curva de reversão (balão) pela direita, a aeronave se encontrava, aproximadamente, a 10 metros de altura, quando o PIC comandou um incremento da inclinação de asas para a esquerda, com o objetivo de garantir o correto enquadramento da faixa.

Vale ressaltar que o termo “balão” é uma manobra comumente executada nas operações da aviação agrícola, que consiste em uma curva de reversão com grande inclinação de asas e com elevado ângulo de ataque, associada a um incremento do fator de carga (força “G”), que visa ao reposicionamento do avião para uma nova passagem de aplicação sobre a plantação, no sentido oposto.

Naquele momento, o PIC percebeu a perda de sustentação da aeronave. Em uma tentativa de reverter a situação, comandou os flapes da posição de 8 para 20 graus.

O PIC considerou que a componente do vento de cauda teria concorrido também para a perda da sustentação da asa, entretanto, não foi capaz de determinar sua intensidade.

O Aeródromo Fazenda Ipanema não era provido de informações meteorológicas. Todavia, de acordo com relato do piloto, no dia da ocorrência não havia formações meteorológicas na região que impedissem sua operação ou que demandassem maior atenção. Portanto, considerou-se que as condições meteorológicas eram favoráveis à operação sob as regras do tipo de voo proposto.

O PIC reportou que não identificou indícios de falha mecânica que pudessem ter contribuído para a ocorrência.


Embora tenha reportado que o sistema de alarme de estol estivesse funcionando, o PIC não se recordava se houve a indicação dos alarmes visual e sonoro de estol, devido à dinâmica da ocorrência.

O Manual de Operação da aeronave destacava, em seu capítulo introdutório, que era responsabilidade do piloto permanecer dentro dos limites de operação contidos em tal publicação e trazia informações essenciais para a condução de voo dentro de um envelope de segurança.

É importante realçar que, na configuração “limpa” da aeronave, o emprego de maiores inclinações de asa contribui diretamente para o aumento da velocidade de estol, conforme pode ser observado na Seção 5 - “Desempenho” do manual de operação da aeronave (Figura 3).

SEÇÃO 5

DESEMPENHO

 EMBRAER
EMB-201A

VELOCIDADES DE ESTOL
SEM POTÊNCIA – CONFIGURAÇÃO LIMPA

V_i em mph

		PESO = 1550 kg			PESO = 1800 kg		
ÂNGULO DE INCLINAÇÃO		0°	30°	60°	0°	30°	60°
FLAPES	Recolhidos	56	62	86	62	68	94
	8°	54	61	84	61	66	92
	20°	52	58	80	58	63	88
	30°	50	55	77	55	60	84

Figura 3 - Velocidades de estol sem potência - Configuração Limpa.

Fonte: Manual de Operação do Ipanema EMB-201A.

Sobre os limites de manobra, o item 2.8 - “Limites de Manobra”, da Seção 2 - “Limitações”, do Manual de Operação EMB-201A estabelecia a limitação de 60° em curvas, conforme o contido na Figura 4.

2.8. LIMITES DE MANOBRA

A Categoria Normal é aplicável a aviões destinados a operações não acrobáticas, podendo ser executadas quaisquer manobras necessárias para voo normal, estóis (exceto estol de badalo) e curvas, cujo ângulo de inclinação não ultrapasse 60°. São proibidas manobras acrobáticas, inclusive parafusos.

A Categoria Restrita é aplicável a aviões destinados a operações com fins especiais, no caso operações agrícolas, podendo ser executadas todas as manobras previstas para a operação pretendida, exceto estóis e curvas cujo ângulo ultrapasse 60°. São proibidas manobras acrobáticas, inclusive parafusos.

Figura 4 - Extrato da Seção 2 - “Limitações”.

Fonte: Manual de Operação do Ipanema EMB-201A.

Outra informação, descrita no referido manual, complementava o parágrafo anterior, quando no item 2.13A - “Efeito de Equipamentos Agrícolas na Manobrabilidade da Aeronave”, da Seção 2, tratava a influência da instalação de equipamento agrícola e a

consequente atitude a ser adotada pelo piloto ao realizar curva durante a operação agrícola, conforme Figura 5.

2-13A. EFEITO DE EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS NA MANOBRABILIDADE DA AERONAVE

A instalação do equipamento agrícola provoca, durante a realização de curvas em operação agrícola (balão), uma perda de velocidade maior do que na configuração lisa. Esta característica exige que essas curvas sejam realizadas com atitudes e inclinações menores.

Figura 5 - Extrato da Seção 2- "Limitações".

Fonte: Manual de Operação do Ipanema EMB-201A.

Na entrevista realizada com o PIC, identificou-se uma inadequada observância em relação aos parâmetros de voo estabelecidos no Manual de Operação da aeronave, notadamente, pelo fato de a aeronave se encontrar equipada para a realização de operações aeroagrícolas.

Em oportuno, é válido realçar a existência de um alarme de estol no projeto EMB-201A, o qual seria acionado numa condição iminente de estol, não devendo ser negligenciado tal aviso sonoro, descrito no Manual de Operação conforme Figura 6.

7-5-4-1. ALARME DE ESTOL

O alarme de estol consiste de uma buzina e de uma luz, atuadas pelo detector de estol. O detector de estol, situado no bordo de ataque, é atuado todas as vezes que, em qualquer atitude, o avião estiver próximo a uma condição de estol. A buzina soa e a luz acende entre 6 e 12 MPH acima da velocidade de estol. O alarme permanece acionado até que a condição de iminência de estol seja superada.

Figura 6 - Extrato da Seção 7 - "Descrição e Operação do Avião e dos seus Sistemas".

Fonte: Manual de Operação do Ipanema EMB-201A.

Quanto aos fundamentos para a recuperação da aeronave em caso de *stall*, o *Airplane Flying Handbook* (FAA-H-8083-3C) do *U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration*, comentava que, dependendo da complexidade do avião, a recuperação do estol consistia em até seis etapas, conforme discriminado a seguir, realçando que a ação mais importante para evitar um estol iminente ou total seria reduzir o Ângulo de Ataque (AOA):

Stall recovery template.

Fundamentals of Stall Recovery Depending on the complexity of the airplane, stall recovery could consist of as many as six steps. Even so, the pilot should remember the most important action to an impending stall or a full stall is to reduce the Angle Of Attack (AOA). There have been numerous situations where pilots did not first reduce AOA, and instead prioritized power and maintaining altitude, which resulted in a loss of control. This section provides a generic stall recovery procedure for light general aviation aircraft adapted from a template developed by major airplane manufacturers and can be adjusted appropriately for the aircraft used. [Figure 5-10] However, a pilot should always follow the aircraft-specific manufacturer's recommended procedures if published and current. Figure 5-10. Stall recovery template.

Stall Recovery Template	
1. Wing leveler or autopilot	1. Disconnect
2. a) Pitch nose-down b) Trim nose-down pitch	2. a) Apply until impending stall indications are eliminated b) As needed
3. Bank	3. Wings Level
4. Thrust/Power	4. As needed
5. Speed brakes/spoilers	5. Retract
6. Return to the desired flight path	

Figura 7 - Stall recovery template check-list.

Com base nos dados acima levantados, pôde-se deduzir que, após finalizar a curva de reversão pela direita, o PIC comandou curva à esquerda, com o objetivo de corrigir sua trajetória para novo lançamento, com inclinação de asa superior à adequada, considerando os parâmetros de velocidade, peso e configuração de flapes, levando à perda de sustentação, o que demonstrou uma inadequada aplicação dos comandos.

Nesse cenário, deve-se levar em consideração que a aeronave se encontrava a, aproximadamente, 10 metros de altura ao concluir a curva de reversão, impossibilitando a realização dos procedimentos para a recuperação de estol estabelecidos no *Airplane Flying Handbook* (FAA-H-8083-3C), notadamente, a mudança do Ângulo de Ataque (AOA).

É possível, ainda, que a mudança da configuração de flapes, naquele momento crítico do voo, tenha contribuído para a irreversibilidade do acidente, uma vez que, apesar da aplicação de potência do motor, o arrasto provocado pelos flapes agravou a situação.

Ao ser entrevistado, o piloto não foi preciso quanto às velocidades empregadas na aeronave durante as realizações das manobras. Esse aspecto remete ao inadequado conhecimento técnico da aeronave, no que se refere à estrita observância dos parâmetros operacionais que influenciavam diretamente na segurança operacional.

Assim, ao operar a aeronave empregando velocidades próximas do estol, o piloto deixou de avaliar adequadamente que o emprego do avião próximo dos limites operacionais recomendados pelo fabricante implicava em riscos elevados.

Sobre o tema gerenciamento do risco, o RBAC 137 estabelecia:

137.215 Gerenciamento de risco

(a) O operador aeroagrícola é responsável pelo gerenciamento do risco das operações, pela identificação de perigos e adoção das respectivas mitigações.

No contexto dos Fatores Humanos, do ponto de vista psicológico, o PIC relatou que, antes do acidente, havia descansado por um período adequado e que não identificava qualquer transtorno do sono ou situação de estresse que pudesse ter contribuído para a ocorrência. Acrescentou não estar sob efeito de qualquer medicamento e que, no dia anterior, havia sobrevoado 2 mil hectares na aplicação de defensivo agrícola em uma lavoura de milho e iniciado a aplicação na de soja, área onde ocorreu o acidente.

Reportou, ainda, que atuava na aviação agrícola desde 2010, tendo ingressado na empresa Aero Agrícola Cambará Ltda. em 2022. Destacou sua ampla experiência na aviação agrícola, bem como seu conhecimento na operação da aeronave e da área onde ocorreu o acidente.

Por fim, embora os fatos levantados apontassem para a relação do acidente com os aspectos operacionais, julgou-se importante destacar que, em seus relatos, o PIC demonstrava um comportamento de excesso de confiança, caracterizado pela inobservância dos procedimentos e limites descritos em manuais de operação da aeronave e por seu relato de que suas operações eram realizadas de modo empírico, contando

apenas com a confiança em suas sensações durante os voos no modelo EMB-201A, sem dar atenção a indicação dos instrumentos de voo.

Tal atitude reflete uma tendência de superestimar as suas habilidades e conhecimentos e de subestimar os riscos envolvidos na operação, o que pode ter acarretado prejuízo na sua capacidade de reconhecer os aspectos que comprometiam a segurança de voo.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o CMA em vigor;
- b) o piloto estava com as habilitações de MNTE e PAGA em vigor;
- c) o piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o CVA 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) o PIC relatou que as condições meteorológicas estavam acima dos mínimos para a realização do voo;
- h) durante a aplicação de defensivo agrícola, após realizar a curva de reversão, houve perda de controle da aeronave com consequente choque contra o solo;
- i) a aeronave teve danos substanciais; e
- j) o piloto saiu ileso.

3.2 Fatores Contribuintes

- Atitude - indeterminado;
- Aplicação dos comandos - contribuiu;
- Julgamento de pilotagem - contribuiu; e
- Processo decisório - contribuiu.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Não há.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Como ação preventiva, a empresa operadora da aeronave foi orientada no sentido de alertar os seus pilotos quanto à necessidade da fiel observância dos parâmetros que influenciam no desempenho das aeronaves modelo EMB-201A, em consonância com a tabela que dispõe sobre “velocidades de estol sem potência - configuração limpa”, constante do correspondente manual de operação, os quais deverão ser mais conservativos na realização das manobras, notadamente, quando as operações aeroagrícolas ocorrerem em campos com altitudes elevadas e os aviões estiverem equipados para a realização de operações agrícolas.

Em 22 de abril de 2025.