



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°	
16AGO2023 - 11:05 (UTC)	SERIPA III	A-121/CENIPA/2023	
CLASSIFICAÇÃO	TIPO(S)		
ACIDENTE	[LOC-I] PERDA DE CONTROLE EM VOO		
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	COORDENADAS
AERÓDROMO PARÁ DE MINAS (SNPA)	PARÁ DE MINAS	MG	19°50'33"S 044°36'03"W

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PR-KNM	SCHWEIZER	269C-1
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
EFAI – ESCOLA DE PILOTAGEM LTDA. - EPP	PRI	INSTRUÇÃO

PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		Ileso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	2	2	-	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	-	-	-	-	-	-	Leve	
Total	2	2	-	-	-	-	X Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo Pará de Minas (SNPA), MG, por volta das 10h48min (UTC), a fim de realizar um voo local de instrução, com um Instrutor (IN) e um Aluno (AL) a bordo.

Durante o treinamento dos procedimentos de voo pairado próximo ao solo, houve uma perda de controle da aeronave, resultando no impacto desta contra o solo.

A aeronave teve danos substanciais e os dois tripulantes saíram ilesos.



Figura 1 - Posição final da aeronave.

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

O IN possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) estavam em vigor. Seu Certificado Médico Aeronáutico (CMA) estava em vigor. O IN acumulava aproximadamente 390 horas de voo, conforme registrado no Sistema Integrado de Informações da Aviação Civil (SACI), das quais cerca de 120 horas eram dedicadas exclusivamente a voos de instrução. O IN estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

O AL estava realizando o sexto voo do curso para obtenção da licença de Piloto Privado - Helicóptero (PPH), e estava com seu CMA em vigor.

A aeronave envolvida era do modelo 269C-1, fabricada pela empresa *SCHWEIZER* em 2008, número de série 0346. O Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido, e a aeronave operava dentro dos limites de peso e balanceamento.

As cadernetas de motor e célula estavam com a Parte 2 atualizadas, indicando todas as manutenções e serviços necessários. No entanto, a Parte 1 possuía registros apenas até o ano de 2013.

Durante a investigação, não foram encontrados indícios de que fatores ligados à manutenção ou falhas mecânicas tenham contribuído para o acidente.

Segundo o relato de observadores, as condições meteorológicas estavam acima das mínimas necessárias para a realização do voo.

Tratava-se de um voo de instrução local envolvendo dois pilotos, operado conforme os manuais do Centro de Instrução de Aviação Civil (CIAC) denominado "EFAI – Escola de Pilotagem LTDA. – EPP". O objetivo do voo era cumprir a missão TP03, FASE 2, do Programa de Instrução (PI), revisado em 19NOV2020 e em vigor desde 19ABR2021 (Figura 2).

QUADRO 18 - ETAPA II - INSTRUÇÃO PRÁTICA DE VOO					
FASE	MISSÕES	TIPO DE VOO	PERÍODO DO VOO	TEMPO DE VOO POR MISSÃO	TEMPO TOTAL PREVISTO
FASE 1 - INTRODUÇÃO AO VOO E O CONTROLE DA AERONAVE	IV01	DC	DIU	01:00	03:00
	IV002	DC	DIU	01:00	
	IV003	DC	DIU	01:00	
FASE 2 - TREINAMENTO DE MANOBRAS E OPERAÇÃO EM VOO PAIRADO	TP01	DC	DIU	01:00	05:00
	TP02	DC	DIU	01:00	
	TP03	DC	DIU	01:00	
	TP04	DC	DIU	01:00	
	TP05	DC	DIU	01:00	

Figura 2 - Missão TP03. (Grifo nosso).

Fonte: PI do Curso Prático de PPH da EFAI - Escola de Aviação Civil Ltda.

A Ordem de Instrução da missão TP03 desse PI estabelecia diversos exercícios e manobras. Entre eles destaca-se o treinamento do AL no Voo Pairado Dentro do Efeito Solo (DES) que previa o nível de aprendizagem "M" para o referido exercício (Figura 3).

Exercícios	Nível	Objetivo a serem atingido
1 Cálculo de P&B / Desempenho	A	- Determinar a margem de desempenho com base nas condições ambiente e no P&B da aeronave.
2 Inspeções / Partida / Engrazam. / Cheques	A	- Executar os itens previstos, determinando a real condição da aeronave para o voo. - Executar com segurança o acionamento do motor e o engrazamento do rotor.
3 Decolagem Vertical	C	- Manter o controle da aeronave ao sair do solo. - Limites de variação: - Nr..... Dentro da faixa normal de operação; - Proa ± 20°; - Altura ± 1 ft; e - Posição ± 1 m (sem deslocamento para trás)
4 Taxi	C	- Limites de variação: - Nr..... Dentro da faixa normal de operação; - Eixo ± 1 m; - Proa ± 10°; e - Altura ± 1 ft.
5 Decolagem Normal	C	- Cumprir o perfil de decolagem dentro dos seguintes limites de variação: - Proa ± 10°; e - Vi..... ± 5 ft (veloc. de subida).
6 Subida / Descida	A	- Vi..... ± 10 Kt; e - Proa ± 10°.
7 Voo Pairado DES	M	- Limites de variação: - Nr..... Dentro da faixa normal de operação; - Proa ± 20°; - Altura ± 1 ft; e - Posição ± 1 m (sem deslocamento para trás)

Figura 3 - Ordem de Instrução da missão TP03. (Grifo nosso).

Fonte: PI do Curso Prático de PPH da EFAI - Escola de Aviação Civil Ltda.

Segundo o PI, o nível "M" indicava o nível de aprendizagem "Memorização". Naquele nível, o AL tinha informação suficiente sobre o exercício e memorizava os procedimentos para iniciar o treinamento duplo comando (Figura 4).

QUADRO 16 - NÍVEIS DE APRENDIZAGEM		
NÍVEIS DE APRENDIZAGEM	CÓDIGOS	DESCRIÇÃO
Memorização	M	O aluno tem informação suficiente sobre o exercício e memoriza os procedimentos para iniciar o treinamento duplo comando.
Compreensão	C	O aluno demonstra perfeita compreensão do exercício e pratica-o com o auxílio do instrutor.
Aplicação	A	O aluno demonstra compreender o exercício, mas comete erros normais durante a prática. Dependendo da fase da prática de voo, poderá treinar solo.
Execução	E	O aluno executa os exercícios segundo padrões aceitáveis, levando-se em conta a maior ou menor dificuldade oferecida pelo equipamento utilizado.

Figura 4 - Níveis de aprendizagem.

Fonte: PI do Curso Prático de PPH da EFAI - Escola de Aviação Civil Ltda.

Durante o voo em questão, o helicóptero foi conduzido até uma posição próxima à lateral da pista de SNPA, local rotineiramente utilizado por todos os pilotos daquele CIAC para o treinamento de voo pairado dentro do efeito solo.

Sobre esse tipo de treinamento é importante salientar que o voo pairado é inerente à operação de todo e qualquer tipo de helicóptero como o próprio nome sugere, sendo, geralmente, requerido no momento da decolagem e do pouso. Por isso, tal exercício é imprescindível e exaustivamente treinado durante a formação do piloto da aviação de asas rotativas.

Durante o voo pairado dentro do efeito solo, o helicóptero é mantido estável onde o fluxo de ar gerado pelo rotor, ao atingir o solo, é defletido para fora e para cima, novamente em direção do rotor, formando um ciclo desse fluxo de ar. Por sua vez, essa manobra requer maior atenção e habilidade na aplicação dos comandos por parte do piloto.

Embora o nível de aprendizagem fosse apenas de "Memorização" do voo pairado, foi permitido ao AL realizar o exercício com auxílio verbal e manual do IN nos comandos da aeronave. É importante ressaltar que o nível "M" é o mínimo exigido para que o piloto fosse aprovado na missão, entretanto, não era proibido ao IN permitir uma maior interação do AL com os comandos da aeronave.

Durante esse exercício, o IN observou que o AL tinha uma tendência a permitir que a aeronave se deslocasse para a frente.

O relato dos pilotos indicou que, em determinado momento, o IN advertiu o AL sobre o deslocamento à frente da aeronave, e o mesmo não estava percebendo essa situação. O IN passou então a interferir menos na instrução e permitiu aquele deslocamento cada vez mais à frente, com o intuito de que o AL percebesse o movimento.

Em um dado ponto, o IN optou por não auxiliar mecanicamente nos comandos, com a intenção de que um movimento mais amplo possibilitasse ao AL perceber seus erros de pilotagem e o respectivo deslocamento. Cabe destacar que o exercício de voo pairado dentro do efeito solo previsto no treinamento ocorria, aproximadamente, a um metro e meio do solo.

Dentro desse contexto, a pouca experiência do AL naquela manobra e a inadequada atuação no comando coletivo levou a perda de altura, deixando o helicóptero ainda mais próximo ao solo. Convém esclarecer que o comando coletivo, localizado à esquerda do piloto, é utilizado para o controle vertical da aeronave. O piloto move a alavanca do comando coletivo para cima ou para baixo, alterando coletivamente o ângulo de passo de todas as pás do rotor principal, sendo esse o comando primário de altura dos helicópteros.

Naquele instante, o IN não interveio a tempo, fazendo com que a aeronave adotasse uma atitude em que a cadeia de eventos se tornou irreversível. Como consequência, o esquí direito tocou o solo, atuando como pivô e uma mudança abrupta no deslocamento favoreceu o surgimento de um momento de rolamento sobre o ponto de contato com a superfície, caracterizando um rolamento dinâmico.

O Manual de Investigação do SIPAER, MCA 3-6 de 2017, página 147, item 9.6.11.1.2, define o rolamento dinâmico como:

9.6.11.1.2 Rolamento Dinâmico

O rolamento dinâmico ocorre tipicamente quando o ângulo de rolamento crítico é excedido. Esse ângulo, também conhecido como ângulo de rolamento dinâmico, é definido como a inclinação máxima além da qual a autoridade de comando do piloto não é capaz de contrariar a velocidade angular em torno de um ponto de pivô. Este ângulo pode ser de apenas 7° e varia de acordo com a razão de rolamento, o peso e a tração do rotor principal.

Foi registrado, durante a análise dos destroços, o local onde o esqui da aeronave teria tocado ao solo (Figura 5).



Figura 5 - Ponto de toque no solo.

Por fim, foi possível identificar que o IN permitiu ao AL, que possuía pouca experiência no tipo de voo, realizar uma manobra nos comandos da aeronave incompatível com seu nível de aprendizagem, bem como decidiu interferir menos na instrução, a exemplo de não mais alertar o AL quando da realização de movimentos errôneos.

Não obstante, o IN não interveio a tempo nos comandos da aeronave em um momento crítico do voo, indicando um estado de redução da sua consciência situacional que resultou em uma percepção atrasada da condição de risco vivenciada, o que desencadeou a perda de controle do helicóptero.

Além disso, permitir um movimento mais amplo da aeronave, enquanto se está próximo ao solo, culminou em um efeito aeromecânico conhecido como rolamento dinâmico.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) os tripulantes estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) em vigor;
- b) o IN possuía a Licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) em vigor;
- c) o IN estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Verificação Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula e motor não estavam atualizadas;
- g) não houve indícios de que falhas mecânicas contribuíram para este acidente;
- h) foi relatado que as condições meteorológicas estavam acima das mínimas para a realização do voo;

- i) durante o treinamento do voo pairado dentro do efeito solo, houve a perda do controle do helicóptero;
- j) o esqui direito da aeronave tocou ao solo;
- k) após o toque, o helicóptero entrou em uma condição de rolamento dinâmico;
- l) a aeronave teve danos substanciais; e
- m) os tripulantes saíram ilesos.

3.2 Fatores Contribuintes

- Aplicação dos Comandos – contribuiu.
- Atitude - contribuiu;
- Pouca experiência do piloto - contribuiu.

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 acidentes aeronáuticos 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”.

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

A-121/CENIPA/2023 - 01

Emitida em: 19/12/2024

Atuar junto à EFAI - Escola de Aviação Civil LTDA. - EPP, a fim de que aquele CIAC aprimore seus mecanismos de acompanhamento e supervisão da parte prática da instrução aérea, em especial na padronização de instrutores de voo.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Nada a relatar.

Em 19 de dezembro de 2024.