



**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°	
10FEV2022 - 13:00 (UTC)	SERIPA V	A-021/CENIPA/2022	
CLASSIFICAÇÃO	TIPO(S)		
ACIDENTE	[LOC-I] PERDA DE CONTROLE EM VOO		
LOCALIDADE	MUNICÍPIO	UF	COORDENADAS
AERÓDROMO CAPÃO DA CANOA (SSKK)	CAPÃO DA CANOA	RS	29°45'46"S 050°02'09"W

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PR-CEU	SCHWEIZER	269C-1
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
BRIGADA MILITAR DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL	ADE	INSTRUÇÃO

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

## 1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo Capão da Canoa (SSKK), RS, por volta das 12h30min (UTC), a fim de realizar um voo local do Curso Prático de Instrutor de Voo de Helicóptero, com dois pilotos a bordo.

Durante o treinamento de autorrotação com pouso corrido, ocorreu a perda de controle da aeronave com posterior colisão contra o solo.



Figura 1 - Vista do PR-CEU no local do acidente.

A aeronave teve danos substanciais e os pilotos saíram ilesos.

## 2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

Tratava-se de um voo de treinamento para instrutor de voo de helicóptero, segundo o currículo definido no programa de treinamento do operador, datado de 2003.

O Piloto em Comando (PIC), que desempenhava a função de Instrutor (IN) no voo do acidente, possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC), Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) e Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) válidas.

O piloto Segundo em Comando (SIC), que desempenhava a função de Aluno (AL) no voo do acidente, possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válidas.

Os pilotos eram qualificados, tinham experiência para a realização do voo e estavam com seus Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

O modelo 269C-1 era um helicóptero equipado com um conjunto de rotor principal totalmente articulado composto por três pás.

A aeronave, que tinha o Número de Série 0314, foi fabricada pela *Schweizer*, em 2007, e estava inscrita na Categoria de Registro Pública - Administração Direta Estadual (ADE). Seu Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) estava válido e operava dentro dos limites de peso e balanceamento.

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

Não foram identificadas evidências de contribuição dos sistemas do helicóptero para o acidente.

O PR-CEU era equipado com um GPS Aera 500, que foi enviado para o Laboratório de Leitura e Análise de Dados de Gravadores de Voo (LABDATA) do CENIPA para extração de dados. O último registro de dados gravado pelo equipamento era referente a um voo realizado no dia 09FEV2022, véspera do acidente. Não foram encontrados registros referentes ao voo da ocorrência no equipamento.

O Aeródromo SSKK era público, administrado pelo Departamento Aeroviário do Estado do Rio Grande do Sul e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno. A pista era de grama, com cabeceiras 08/26, com dimensões de 700 x 27 m e elevação de 33 ft.

As condições meteorológicas eram propícias à realização do voo, com ausência de nebulosidade e sem restrições à visibilidade horizontal. A intensidade do vento era de, aproximadamente, 10 kt, com direção de 080°. A temperatura ambiente estava em torno de 25°C.

O AL era piloto operacional da aeronave e estava realizando treinamento para atuar como instrutor de voo, seguindo o preconizado no currículo do Curso Prático de Instrutor de Voo de Helicóptero, documento publicado pelo operador no ano de 2003. À época da publicação do referido documento, a atividade de Operações Aéreas de Segurança Pública e/ou Defesa Civil eram regidas pela Subparte K do Regulamento Brasileiro de Homologação Aeronáutica (RBHA) nº 91.

Entretanto, em 11ABR2019, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) publicou a Resolução nº 512, que aprovou a Emenda nº 00 do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90, que versava sobre os Requisitos para Operações Especiais de Aviação Pública. O referido RBAC trouxe, dentre outras modificações, novos requisitos de treinamento para pilotos em sua Subparte M, bem como para instrutor, em sua Subparte Q.

A Resolução nº 512 estabelecia, em seu Art. 2º, incisos VIII e X, as seguintes disposições transitórias:

Resolução 512, de 11 de abril de 2019.

Art. 2º Aplicam-se as seguintes disposições transitórias ao RBAC nº 90, Emenda nº 00:

[...]

VIII - os órgãos e entes públicos terão até o dia 12 de julho de 2020 para cumprir com as disposições da Subparte M do RBAC nº 90, sendo permitido o uso de programas de treinamento aprovados segundo a Subparte K do RBHA 91 durante a vigência dessa disposição transitória;

[...]

X - a UAP poderá utilizar PCA/H ou PLA/H como instrutores de voo até 12 de abril de 2020. Após o referido período, a UAP deverá ministrar as instruções teóricas e práticas com instrutores qualificados em consonância com o RBAC nº 90;

[...]

O programa de treinamento apresentado pelo operador como vigente à época do acidente era datado de 2003.

Assim, analisando-se o disposto na Resolução nº 512, concluiu-se que, na data do acidente, o programa de treinamento apresentado ainda não atendia aos termos da própria Resolução, tampouco aos requisitos do RBAC nº 90. Tal cenário evidenciou inadequação dos sistemas de apoio e supervisão gerencial da Unidade Aérea Pública (UAP), mormente

no que tangia ao planejamento e ao conjunto de manuais disponibilizados para que os integrantes da Unidade desempenhassem suas funções.

De acordo com os registros de voo do operador, o AL havia iniciado seu treinamento de instrutor de voo no dia 08FEV2021, data posterior ao período de transição estabelecido na Resolução nº 512 da ANAC. Desde essa data, o AL havia realizado onze (11) voos, tendo o acidente ocorrido em seu 12º voo do treinamento para instrutor.

Conforme exposto pelos tripulantes, no dia da ocorrência foi realizado um *briefing* entre o AL e o IN, com foco nas manobras a serem realizadas durante a missão.

Foi relatado que foram executadas manobras de pouso e, na sequência, treinamento em terreno inclinado. Em seguida, a aeronave seguiu para treinamento de emergência, sendo praticados exercícios de falha do motor no pairado, falha do motor durante o taxiamento aéreo e falha do motor na decolagem.

Segundo os pilotos, os exercícios de falha do motor na decolagem foram cumpridos no final da missão. Dois desses treinamentos foram concluídos sem anormalidades. Durante a realização do terceiro exercício, ocorreu o acidente (Figura 2).



Figura 2 - Croqui do acidente.

No que diz respeito ao voo do acidente, foi reportado que o AL realizou um *briefing* de decolagem e, em seguida, iniciou a aceleração da aeronave, estabelecendo uma subida com aproximadamente 45 kt de velocidade indicada. Quando o helicóptero atingiu, cerca de, 50 ft de altura, foi simulada a falha de motor.

Os pilotos relataram, em entrevista, que não foi observado nenhum parâmetro fora do previsto e que não escutaram qualquer som que pudesse indicar possível falha mecânica, seja do motor ou de outro componente, durante a realização da manobra.

Os pilotos ainda reportaram que sentiram uma vibração pronunciada no instante em que a aeronave tocou o terreno, seguida de um movimento abrupto de rolagem e a colisão das pás do rotor principal contra o solo. O AL, piloto no controle do helicóptero, relatou que manteve os comandos de voo aplicados até a parada total da aeronave.

O capítulo V, *Performance Data* do manual da aeronave (*Pilot's Flight Manual – Schweizer Model 269C-1 Helicopter*), publicado pelo fabricante e aprovado pela *Federal Aviation Administration* (FAA), autoridade de aviação civil dos Estados Unidos, de 16JAN2019, estabelecia o seguinte diagrama Altura x Velocidade (Figura 3).

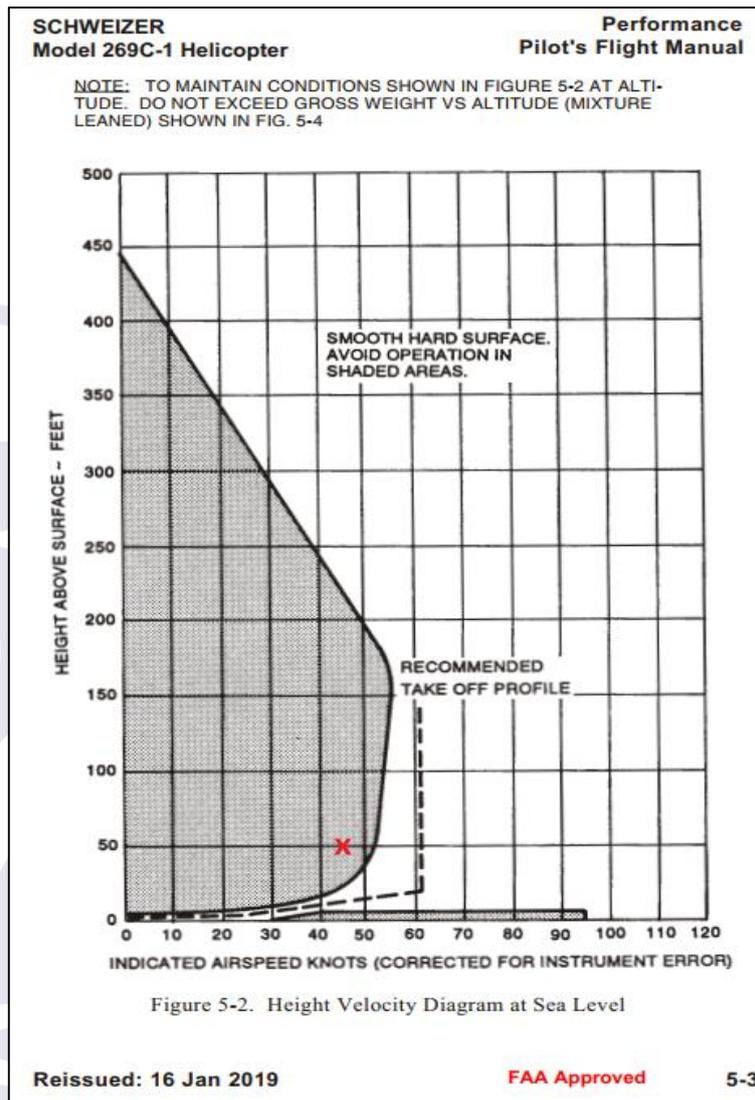


Figura 3 - Diagrama Altura x Velocidade.

Fonte: Adaptado de *Pilot's Flight Manual – Schweizer Model 269C-1 Helicopter*.

De acordo com Lirio, T.A. (2012)<sup>1</sup>, o diagrama Altura x Velocidade é um gráfico que define um envelope de velocidade e altura sobre o solo a partir das quais o fabricante não garante a realização de um pouso seguro após a perda de um motor.

As áreas sombreadas do diagrama devem ser evitadas. Isso se deve ao fato de que falhas de motor em combinações de Altura x Velocidade dentro dessas áreas sombreadas significam risco de danos severos ao helicóptero e de lesões graves aos seus ocupantes. As áreas sombreadas do diagrama são separadas por um corredor de decolagem, desenhando um caminho livre em relação às áreas a serem evitadas com uma margem de, pelo menos, 5 kt, o que permite um perfil seguro de decolagem.

Analisando-se o diagrama Altura x Velocidade da Figura 3, observa-se que o perfil recomendado de decolagem (linha tracejada) estabelecia uma aceleração inicial a partir do pairado até a aeronave atingir cerca de 30 kt de velocidade. A partir desse ponto, o helicóptero deveria descrever uma trajetória ascendente acelerando gradativamente até atingir cerca de 60 kt, mantendo essa velocidade até a altura desejada. Destaca-se que a

<sup>1</sup> LÍRIO, Thiago Alexandre. Guia técnico de investigação de acidentes aeronáuticos com helicópteros para investigadores do SIPAER. 2012. Disponível em: [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/ITA\\_270c8256580296bdf86616ad0d07495d](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/ITA_270c8256580296bdf86616ad0d07495d). Acesso em: 07 maio 2024.

curva tem um ponto de intersecção a 50 ft de altura, no qual a aeronave deveria estar com velocidade acima de 50 kt para evitar a área sombreada do diagrama.

Segundo relatos, o perfil de voo realizado pela aeronave no voo do acidente foi de início da subida com 45 kt até 50 ft de altura. Esses parâmetros, se inseridos no diagrama, colocariam a aeronave dentro da área sombreada do gráfico, conforme representado pelo "X" vermelho na Figura 3.

Além do diagrama, o manual trazia, em seu capítulo IV *Normal Procedures*, uma advertência acerca da importância de se evitar as áreas sombreadas do gráfico durante os treinamentos de autorrotação. A advertência destacava que, caso as áreas sombreadas não fossem evitadas, razões de descida excessivas poderiam se desenvolver e tornar a recuperação da manobra muito difícil ou, até mesmo, impossível (Figura 4).

#### 4-11. PRACTICE AUTOROTATION

##### WARNING

**DURING POWER RECOVERY FROM PRACTICE AUTOROTATIONS, AIRSPEED AND ALTITUDE COMBINATIONS THAT ARE INSIDE THE HEIGHT VELOCITY CURVE SHALL BE AVOIDED. HIGH RATES OF DESCENT MAY DEVELOP FROM WHICH RECOVERY MAY BE DIFFICULT OR NOT POSSIBLE.**

Figura 4 - Advertência contida no manual da aeronave para evitar as áreas sombreadas.  
Fonte: *Pilot's Flight Manual – Schweizer Model 269C-1 Helicopter*.

À vista disso, infere-se que os pilotos iniciaram o exercício de autorrotação dentro da área sombreada do diagrama, o que revela uma falha tanto no julgamento como na instrução, caracterizada pela possível deficiência dos conhecimentos e demais condições técnicas necessárias para o desempenho da atividade.

Aliado a isso, o fato de se tratar de um voo de instrução de um piloto operacional qualificado, que estava sendo adaptado às funções de instrutor de voo, pode ter contribuído para que o IN apresentasse uma postura de complacência e excesso de confiança, durante a execução do exercício.

Por ocasião da ação inicial, verificou-se que o esqui direito se rompeu e parte dele separou-se da aeronave, assim como observou-se uma marca significativa na pista de grama, evidenciando o contato brusco com o terreno durante o pouso corrido (Figura 5).



Figura 5 - Esqui direito separado da aeronave e marcas de contato com a pista.

Verificou-se que havia presença de terra e grama na porção do esqui direito que permaneceu conectada à aeronave (Figura 6).



Figura 6 - Parte do esqui direito que permaneceu fixada à aeronave.

Segundo o Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 3-6, de 2017, que dispõe sobre o Manual de Investigação do SIPAER:

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  $7^\circ$  e varia de acordo com a razão de rolamento, o peso e a tração do rotor principal.

Sobre o assunto, o MCA 3-6 mencionava que, durante decolagens e pousos, uma das partes do trem de pouso pode atuar como ponto de pivô, favorecendo o surgimento de um momento de rolamento sobre o ponto de contato com a superfície. O ponto pivô pode ser caracterizado como qualquer ponto em que ocorra um atrito ou apoio, de forma que cause uma força contrária ao sentido de deslocamento da aeronave.

Durante um rolamento dinâmico, o peso da aeronave constitui-se no único vetor que se opõe ao momento de rolamento. Essa força de oposição, no entanto, se torna menos eficaz à medida que a aeronave rola progressivamente para ângulos mais acentuados até que o helicóptero alcance valores de inclinação (ângulo de rolamento crítico de  $\pm 7^\circ$ ) tais que tornam o rolamento irreversível (Figura 7).



Figura 7 - Esquema de vetores durante um rolamento dinâmico.

Fonte: MCA 3-6.

Nesse sentido, é possível que o início do exercício dentro da área sombreada do diagrama tenha aumentado o grau de complexidade da manobra, imprimindo razão de

descida acentuada e influenciando no desempenho do AL, mormente nas fases de recuperação (*flare*) e pouso corrido.

Dessa forma, a aeronave veio a tocar o solo bruscamente e, provavelmente, com os esquis desalinhados em relação à sua trajetória. Diante dessas condições, a aeronave teve uma tendência de derrapagem com os esquis apoiados no solo, encontrando resistência ao deslocamento à frente durante o pouso corrido, denotando falhas no uso dos comandos por parte do piloto. Esse cenário culminou em condições favoráveis ao surgimento de um ponto de pivô no trem de pouso e, conseqüentemente, a ocorrência de um rolamento dinâmico.

O MCA 3-6 pontuava que rolamentos dinâmicos são comumente decorrentes de atuações inapropriadas por parte dos pilotos nos controles de voo, além de falhas na adoção de medidas corretivas. Destacava, ainda, que uma vez estabelecido um ponto de pivô, apenas o próprio peso do helicóptero representaria uma força de oposição ao rolamento.

Assim sendo, movimentos laterais de cíclico ou derrapagem da aeronave, seriam ineficazes para contrariar o fenômeno aerodinâmico vivenciado uma vez que, em situações de rolamento dinâmico, quando se atinge o ângulo crítico, a única ação do piloto capaz de contrariar o rolamento é a de baixar o coletivo, a fim de permitir que o próprio peso da aeronave contrarie a tendência de giro. Entretanto, se o helicóptero ultrapassar o ângulo crítico de rolamento, a situação pode se tornar irreversível, levando o helicóptero a girar em torno do ponto de pivô e colidir as pás do rotor principal contra o solo, conforme observado no acidente em tela.

### 3. CONCLUSÕES

#### 3.1. Fatos

- a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;
- b) os pilotos estavam com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) válidas;
- c) o IN estava com a habilitação de Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) válida;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA) válido;
- e) a aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento;
- f) as escriturações das cadernetas de célula e motor estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram favoráveis à realização do voo;
- h) o AL realizava o voo como parte do Curso Prático de Instrutor de Voo de Helicóptero;
- i) na decolagem para o treinamento do terceiro exercício, com, aproximadamente, 50 ft de altura e 45 kt de velocidade indicada, foi simulada uma falha de motor, com emprego de autorrotação;
- j) durante o pouso corrido, houve um movimento abrupto de rolagem e a perda de controle da aeronave;
- k) as pás do rotor principal da aeronave colidiram contra o solo;
- l) a aeronave teve danos substanciais; e
- m) os pilotos saíram ilesos.

### **3.2 Fatores Contribuintes**

- Aplicação de comandos - contribuiu;
- Atitude - contribuiu;
- Instrução - indeterminado;
- Julgamento de pilotagem - indeterminado;
- Sistemas de apoio - indeterminado; e
- Supervisão gerencial - indeterminado.

### **4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA**

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

**A-021/CENIPA/2022 - 01**

**Emitida em: 14/10/2024**

Revisitar seus processos internos, a fim de evitar que seus regulados deixem de cumprir os prazos estabelecidos nas Resoluções publicadas, em especial, as Unidades Aéreas Públicas que operam segundo os requisitos estabelecidos pelo RBAC 90.

**A-021/CENIPA/2022 - 02**

**Emitida em: 14/10/2024**

Divulgar os ensinamentos colhidos nesta investigação à UAP da Brigada Militar do Estado do Rio Grande do Sul, para que eles sejam utilizados por aquele operador em eventos internos de promoção da segurança operacional.

### **5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS**

Nada a relatar.

Em 14 de outubro de 2024.