



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).

RELATÓRIO FINAL SIMPLIFICADO

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS

DADOS DA OCORRÊNCIA					
DATA - HORA		INVESTIGAÇÃO		SUMA Nº	
13 OUT 2016 - 15:15(UTC)		SERIPA V		A-134/CENIPA/2016	
CLASSIFICAÇÃO		TIPO(S)		SUBTIPO(S)	
ACIDENTE		[SCF-PP] FALHA OU MAU FUNCIONAMENTO DO MOTOR		FALHA DO MOTOR EM VOO	
LOCALIDADE		MUNICÍPIO		UF	COORDENADAS
AERÓDROMO DE CANELA (SSCN)		CANELA		RS	29°22'01"S 050°49'46"W

DADOS DA AERONAVE		
MATRÍCULA	FABRICANTE	MODELO
PR-DYD	ROBINSON HELICOPTER	R44
OPERADOR	REGISTRO	OPERAÇÃO
FRISONFLY HELIC. SERV. AER. ESP. TAXI AER. LT	TPX/SAE	PRIVADA

PESSOAS A BORDO / LESÕES / DANOS À AERONAVE								
A BORDO		LESÕES					DANOS À AERONAVE	
		Ileso	Leve	Grave	Fatal	Desconhecido		
Tripulantes	1	-	1	-	-	-	Nenhum	
Passageiros	2	1	-	1	-	-	Leve	
Total	3	1	1	1	-	-	X Substancial	
							Destruída	
Terceiros	-	-	-	-	-	-	Desconhecido	

1.1. Histórico do voo

A aeronave decolou do Aeródromo de Eldorado do Sul, RS (SSMK), às 14h40min (UTC), a fim de realizar um pouso em área próxima ao Hotel Pampas, com um tripulante e dois passageiros a bordo.

Quando próximo ao pouso no hotel, o piloto relatou baixa RPM na aproximação e tentou realizar o pouso no Aeródromo de Canela, RS (SSCN). Não sendo possível, o helicóptero acabou colidindo contra o solo, a 100m da pista.

A aeronave teve danos substanciais.

O piloto sofreu ferimentos leves, um passageiro saiu ileso e o outro passageiro sofreu ferimentos graves.



Figura 1 - Destroços da aeronave PR-DYD.



Figura 2 - Croqui da trajetória da aeronave PR-DYD.

2. ANÁLISE (Comentários / Pesquisas)

O helicóptero decolou de Eldorado do Sul, RS (SSMK), com três pessoas a bordo, que iriam participar de um evento que ocorria no Hotel Pampas, em Canela, RS. A intenção do piloto era realizar o pouso nas dependências deste hotel.

O motor *Lycoming* modelo O-540-F1B5, n/s L-25794-40A, da aeronave Robinson modelo R-44 PR-DYD foi investigado pelo DCTA. O laudo resultante não apontou qualquer anormalidade que pudesse ter contribuído para uma perda de potência do motor.

Resumidamente, seguem os resultados obtidos no relatório:

a) inicialmente o motor foi inspecionado nas dependências do proprietário. Foi verificado o funcionamento dos magnetos, a compressão dos cilindros, o funcionamento do carburador e verificado se o flange do eixo de manivelas estava empenado. Não foram observadas anomalias nem danos que impedissem o teste funcional desse motor em outra aeronave ou em um banco de provas;

b) posteriormente, o motor foi desmontado. Foram inspecionados o comando de válvulas, os magnetos, tuchos hidráulicos, sistema de lubrificação e demais componentes internos do motor. Verificou-se que o grau térmico das velas estava correto. Nessa desmontagem, não foi encontrada qualquer evidência que pudesse indicar mau funcionamento ou falha do motor;

c) os cilindros e pistões foram inspecionados e não se percebeu a existência de riscos longitudinais indicativos de detonação ou deficiente lubrificação. As bronzinas apresentavam aspectos de novas e também não foram encontrados riscos nem desgaste excessivo. Nessas verificações não foi observada qualquer anomalia;

d) todos os itens que foram inspecionados ou testados estavam operacionais, não sendo encontrados indícios de mau funcionamento que poderiam acarretar em falha com consequente perda de potência do motor;

e) a gaveta do ar quente da caixa de ar do motor foi encontrada na posição fechada, o que indicaria, a princípio, que o ar quente não estava sendo utilizado durante o voo. Nesse caso, dependendo das condições meteorológicas e do momento do voo, poderia ocorrer a formação de gelo no Venturi do carburador. Entretanto, em virtude do acidente, pode ter ocorrido o deslocamento da gaveta, alterando sua posição inicial em razão do tracionamento do seu cabo de acionamento; e

f) também é importante ressaltar que, em determinadas condições meteorológicas, existe a possibilidade de formação de gelo no carburador, caso não seja utilizado o ar quente pelo piloto.

O helicóptero, modelo R-44 *Raven I*, possui carburador no sistema de formação de mistura ar/combustível em seu motor, diferente do R-44 *Raven II*, que possui sistema de injeção direta de combustível no motor. Aeronaves equipadas com carburador são mais suscetíveis à formação de gelo em seu sistema.

De acordo com a *Safety Notice 25 (SN-25)*, emitida pela *Robinson Helicopter Company* (Figura 3), quedas de pressão e evaporação de combustível dentro do carburador causam resfriamento significativo. Portanto, a formação de gelo no carburador pode ocorrer em OAT's (*outside air temperature* - temperatura do ar externo) tão elevadas, como 30°C.

Mesmo no ar geralmente seco, condições locais com concentração de água nas proximidades podem ser propícias e conduzir à formação de gelo no carburador. Como

Há um instrumento específico no painel do helicóptero (*Carb temp*), que indica qual a temperatura do ar no carburador (Figura 5). Há também um sistema mecânico de aquecimento do ar no carburador, acionado pela alavanca *Carb Heat*, que consiste na captação do ar de uma fonte de calor, cuja ação de abrir e fechar a válvula é de responsabilidade do piloto.



Figura 5 - Painel do PR-DYD, com destaque para o instrumento “Carb temp”.

Foi verificado, na Ação Inicial, que a alavanca de aquecimento do carburador (*Carb. Heat Switch*) estava toda pressionada, representando que o sistema mecânico de aquecimento do ar no carburador estava fechado (Figura 6). O piloto confirmou tal situação, afirmando que apenas destravou a alavanca antes do pouso.

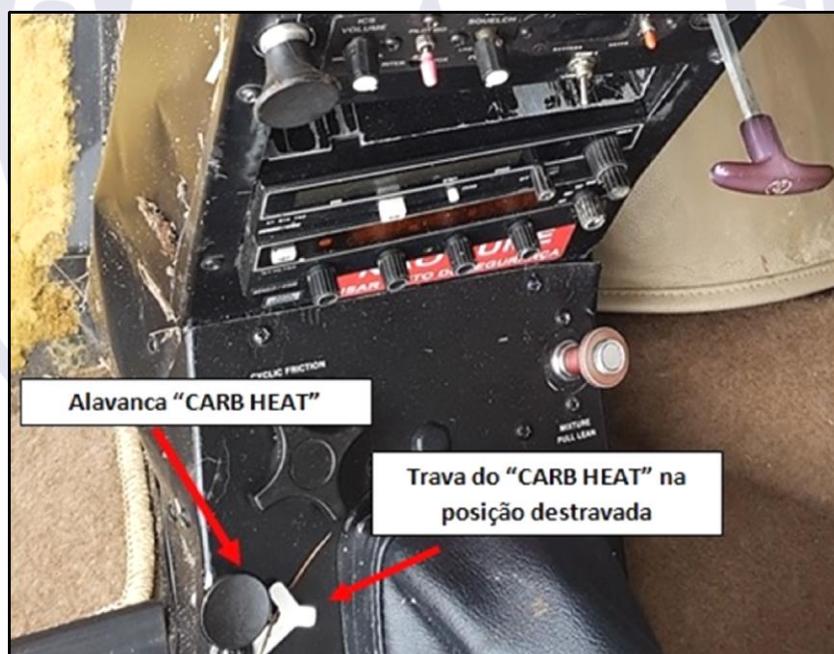


Figura 6 - Console do PR-DYD, com destaque para o *Carb Heat* destravado e pressionado.

Segundo dados do Instituto de Meteorologia (INMET), as condições meteorológicas, para o horário da chegada do helicóptero em Canela, eram propícias à formação de gelo no carburador, visto que a diferença entre a temperatura do ar externo e o ponto de

orvalho era de apenas 5,2°, sendo, portanto, menor que 15°C, e a umidade relativa do ar estava em 72%, ou seja, elevada (Figura 7).

Consulta Dados da Estação Automática: Canela (R5) Fechar

Observação: Estes são dados brutos e sem consistência com o único objetivo de deixá-los disponíveis de forma imediata.

Data Inicial: 13/10/2016 Data Final: 14/10/2016 Nova Pesquisa Download de Dados

Data	Hora	Temperatura (°C)			Umidade (%)			Pto. Orvalho (°C)			Pressão (hPa)			Vento (m/s)			Radiação (kJ/m²)	Chuva (mm)
		Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Inst.	Máx.	Mín.	Vel.	Dir. (°)	Raj.		
13/10/2016	00	17.2	17.4	17.2	74	74	71	12.5	12.6	12.1	917.8	917.8	917.4	2.8	46	6.2	-2.55	0.0
13/10/2016	01	17.1	17.3	17.1	75	75	74	12.5	12.6	12.5	917.3	917.9	917.3	5.2	34	9.1	-2.89	0.0
13/10/2016	02	16.6	17.1	16.5	77	77	74	12.5	12.5	12.4	916.5	917.3	916.4	4.8	45	10.3	-3.03	0.0
13/10/2016	03	16.7	16.7	16.3	74	78	74	12.1	12.5	12.1	916.2	916.7	916.2	3.9	25	7.3	-3.28	0.0
13/10/2016	04	17.2	17.2	16.6	71	75	70	11.8	12.1	11.8	915.7	916.2	915.7	4.6	26	8.9	-2.91	0.0
13/10/2016	05	16.9	17.4	16.9	73	73	69	12.0	12.1	11.7	914.9	915.7	914.8	3.0	352	8.3	-2.93	0.0
13/10/2016	06	14.7	16.9	14.7	89	89	73	12.9	12.9	12.0	915.1	915.5	914.8	2.1	358	4.9	-3.29	0.8
13/10/2016	07	14.0	14.7	14.0	96	96	89	13.5	13.5	12.9	914.0	915.1	914.0	1.3	37	3.6	-1.33	5.8
13/10/2016	08	14.6	14.6	14.0	96	97	96	14.0	14.0	13.4	912.8	914.0	912.7	4.9	35	7.8	-0.90	4.0
13/10/2016	09	15.1	15.1	14.6	95	97	95	14.4	14.4	14.0	912.0	913.1	912.0	5.6	31	10.6	0.988	4.2
13/10/2016	10	15.6	15.6	15.1	95	95	94	14.7	14.7	14.4	911.2	912.1	910.9	8.7	28	14.7	130.8	0.4
13/10/2016	11	15.9	16.1	15.6	94	95	93	14.9	14.9	14.7	914.0	914.1	911.3	4.2	354	14.0	242.4	0.0
13/10/2016	12	16.2	16.3	15.8	96	96	93	15.6	15.6	14.9	914.5	914.5	913.9	4.1	320	7.4	413.4	0.2
13/10/2016	13	17.1	17.4	16.0	95	97	95	16.3	16.9	15.4	913.9	914.6	913.6	5.7	323	9.6	1207.	0.0
13/10/2016	14	18.3	18.3	16.6	85	85	82	15.3	15.3	15.0	914.3	914.3	913.3	3.8	314	11.4	237.6	0.0
13/10/2016	15	20.4	20.6	18.9	72	85	72	15.2	16.8	15.1	914.0	914.5	913.9	6.3	304	13.2	2706.	0.0
13/10/2016	16	22.0	22.1	20.4	70	86	70	15.9	16.4	15.0	913.9	914.0	913.0	4.0	277	9.7	524.0	0.0
13/10/2016	17	21.9	22.6	21.4	68	71	65	15.8	16.3	15.1	913.2	913.7	913.2	3.5	281	10.0	1976.	0.0

Figura 7 - Dados meteorológicos da Estação Automática de Canela. (Fonte: INMET)

Na Figura 8 são mostradas as probabilidades de formação de gelo no carburador de acordo com as condições atmosféricas expostas acima.

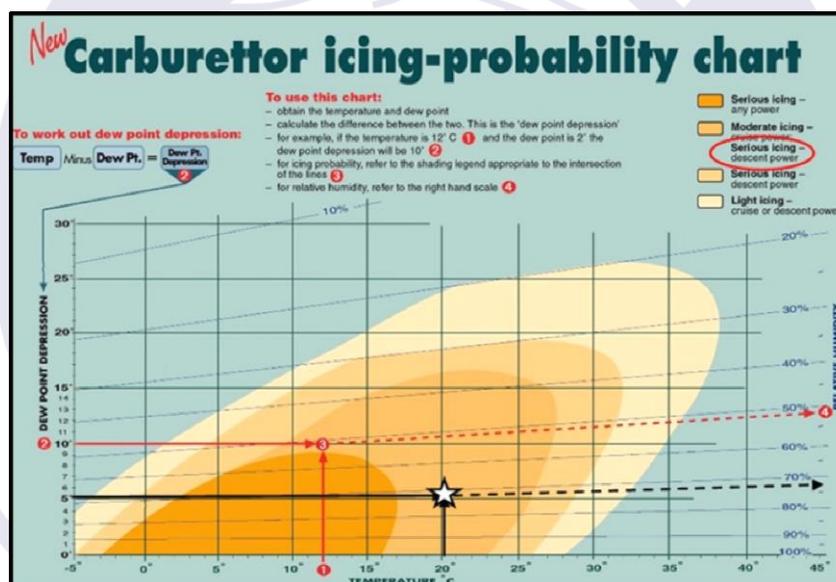


Figura 8 - Carburettor Icing-probability Chart (Carta de Probabilidade de Formação de Gelo no Carburador).

Pode-se perceber que a aeronave operava com uma probabilidade de “serious icing”, voando em potência de descida.

Além disso, há outra hipótese provável para o ocorrido. A aeronave estava no través do local pretendido para pouso e o piloto estava se enquadrando no perfil, provavelmente variando o passo coletivo e puxando o cíclico para reduzir a velocidade. Sendo assim, ao variar o coletivo, o ângulo de ataque e a sustentação gerada pela pá do rotor principal também variaram.

Porém, enquanto o ângulo de ataque aumenta ou diminui, o arrasto da pá também aumenta ou diminui, respectivamente, e o arrasto determina a necessidade do aumento

da potência do motor. É possível que a pá tenha alcançado tal ângulo que produziu mais arrasto do que a potência do motor pudesse superar. Nesse caso, isso teria causado a queda na rotação (RPM) do rotor principal.

Além disso, desde o momento em que um aumento no ângulo de ataque aumenta o arrasto, pode-se notar que a potência necessária para desenvolver uma quantidade constante de sustentação aumenta quando a densidade do ar diminui, o que ocorre em locais com maiores altitudes de pressão, como era o caso em Canela.

No momento da entrada no circuito de tráfego para pouso, o helicóptero estava com 1007kg de peso total (o limite era 1088kg), voando em torno de 60kt e 500ft AGL, numa altitude aproximada de 3.300ft e com vento de cauda, pois a aeronave estava se deslocando com proa 105°, aproximadamente, e a direção do vento era de 304° (Figura 7).

Para encaixar-se no circuito de tráfego, o piloto teve que realizar uma alteração de cíclico e coletivo, o que nesse perfil e nessas condições pôde ter causado a queda de RPM abaixo de 97%, levando ao toque da buzina e ao acendimento da *low RPM light* (Figura 9).



Figura 9 - Foto do painel do PR-DYD extraída do vídeo após a queda de RPM.

A partir daí, após a queda de RPM, foi verificado por meio de um vídeo, gravado pelo passageiro que estava a bordo, que o piloto optou por prolongar o voo até SSCN, não baixando o coletivo, conforme previsto no R44 *Pilot's Operating Handbook FAA Approved 21FEB2014*, página 3-10, que trata sobre a emergência *Low RPM Horn & Caution Light* (Figura 10) e também na *Safety Notice SN-10* emitida pela *Robinson Helicopter Company* (Figura 11).

LOW RPM HORN & CAUTION LIGHT

A horn and an illuminated caution light indicate that rotor RPM may be below safe limits. To restore RPM, immediately roll throttle on, lower collective and, in forward flight, apply aft cyclic. The horn and caution light are disabled when collective is full down.

FAA APPROVED: 21 FEB 2014

3-10

Figura 10 - Emergência *Low RPM Horn & Caution Light* prevista no R44 I POH *Full Book*.

Safety Notice SN-10

Issued: Oct 82 Rev: Feb 89; Jun 94

FATAL ACCIDENTS CAUSED BY LOW RPM ROTOR STALL

A primary cause of fatal accidents in light helicopters is failure to maintain rotor RPM. To avoid this, every pilot must have his reflexes conditioned so he will instantly add throttle and lower collective to maintain RPM in any emergency.

The R22 and R44 have demonstrated excellent crashworthiness as long as the pilot flies the aircraft all the way to the ground and executes a flare at the bottom to reduce his airspeed and rate of descend. Even when going down into rough terrain, trees, wires or water, he must force himself to lower the collective to maintain RPM until just before impact. The ship may roll over and be severely damaged, but the occupants have an excellent chance of walking away from it without injury.

Figura 11 - *Safety Notice SN-10 Fatal Accidents by Low RPM Rotor Stall* (Acidentes fatais por estol de rotor em baixa RPM).

A nota enfatiza que, até quando se está descendo em um terreno acidentado, árvores, fios ou água, o piloto deve forçar-se a baixar o coletivo para manter a RPM, até pouco antes do impacto. Além disso, não importa o que causa a baixa RPM do rotor, o piloto tem que, primeiramente, acelerar o manete e baixar o coletivo, simultaneamente, para recuperar a RPM, antes de investigar o problema. Isso tem que ser um reflexo condicionado (Figura 12).

No matter what causes the low rotor RPM, the pilot must first roll on throttle and lower the collective simultaneously to recover RPM before investigating the problem. It must be a conditioned reflex. In forward flight, applying aft cyclic to bleed off airspeed will also help recover lost RPM.

Figura 12 - Continuação da *Safety Notice SN-10 Fatal Accidents by Low RPM Rotor Stall* (Acidentes fatais por estol de rotor em baixa RPM).

Não havendo qualquer indício de anormalidade no motor apontada pelo relatório do DCTA, as duas hipóteses mais prováveis são as apresentadas abaixo.

Na primeira, a queda de RPM ocorrida pode ter sido causada pela formação de gelo no carburador, em função das condições acima apresentadas e pela falta de aplicação do aquecimento do carburador.

Na segunda hipótese, diversos fatores como o peso no momento do acidente, a altitude elevada, o vento de cauda e a velocidade reduzida para encaixar-se no circuito de tráfego, acrescidos de uma variação de cíclico e coletivo realizada pelo piloto nesse perfil, pôde ter causado a queda de RPM.

De qualquer forma, após a buzina de baixa RPM ter tocado, o fato de o piloto não ter acelerado a manete e baixado o coletivo para fazer um pouso de emergência, em área próxima, conforme recomenda a doutrina do manual, contribuiu para a colisão da aeronave contra o solo de maneira descontrolada.

Independente da hipótese considerada, ficou claro que o fato do piloto não ter realizado imediatamente a auto-rotação ao ouvir a buzina tocar foi preponderante para a gravidade do acidente.

3. CONCLUSÕES

3.1. Fatos

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com as habilitações de Helicóptero Monomotor Convencional (HMNC) e de R44 válidas;
- c) o piloto 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 e motor estavam atualizadas;
- g) as condições meteorológicas eram propícias à realização do voo;
- h) o helicóptero decolou do aeródromo de Eldorado do Sul, RS (SSMK), às 14h40min (UTC) para realizar pouso em área próxima no Hotel Pampas, com um tripulante e dois passageiros a bordo;
- i) quando próximo ao pouso em área próxima ao hotel, o piloto relatou baixa RPM na aproximação e direcionou o helicóptero para tentar realizar o pouso no Aeródromo de Canela, RS (SSCN);
- j) o helicóptero acabou colidindo contra o solo a 100m da pista;

- k) o motor *Lycoming* modelo O-540-F1B5, n/s L-25794-40A, da aeronave *Robinson* modelo R-44, PR-DYD, foi investigado pelo DCTA e o relatório resultante não apontou qualquer anormalidade que pudesse ter contribuído para uma perda de potência do motor;
- l) a aeronave teve danos substanciais;
- m) o piloto sofreu lesões leves;
- n) um passageiro saiu ileso; e
- o) um passageiro sofreu lesões graves.

3.2 Fatores Contribuintes

- Aplicação dos comandos - contribuiu; e
- Julgamento de pilotagem - contribuiu.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Recomendações emitidas anteriormente à data de publicação deste relatório.

Não houve.

Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.

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

A-134/CENIPA/2016 - 01

Emitida em: 10/05/2018

Divulgar os ensinamentos colhidos na presente investigação, a fim de alertar pilotos e operadores da aviação civil brasileira sobre as características operacionais da aeronave *Robinson R44*, que, caso não observadas, podem levar o voo a uma situação crítica.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS

Nada a relatar.

Em, 10 de maio de 2018.