COMANDO DA AERONÁUTICA

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS

RELATÓRIO FINAL
A-229/CENIPA/2013

OCORRÊNCIA:	**ACIDENTE**
AERONAVE:	**PT-HLU**
MODELO:	**HB-350B**
DATA:	**19DEZ2013**

ADVERTÊNCIA

Em consonância com 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, lastreada na Convenção sobre Aviação Civil Internacional, 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 que podem ter contribuído para desencadear esta ocorrência.

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

O objetivo único deste trabalho é recomendar o estudo e o estabelecimento de providências de caráter preventivo, cuja decisão quanto à pertinência e ao seu acatamento será de responsabilidade exclusiva do Presidente, Diretor, Chefe ou correspondente ao nível mais alto na hierarquia da organização para a qual são dirigidos.

Este Relatório Final foi disponibilizado à ANAC e ao DECEA para que as análises técnico-científicas desta investigação sejam utilizadas como fonte de dados e informações, objetivando a identificação de perigos e avaliação de riscos, conforme disposto no Programa Brasileiro para a Segurança Operacional da Aviação Civil (PSO-BR).

Este relatório não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o Appendix 2 do Anexo 13 "Protection of Accident and Incident Investigation Records" da Convenção de Chicago de 1944, recepcionada pelo ordenamento jurídico brasileiro por meio do Decreto n º 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, tendo em vista que toda colaboração decorre da voluntariedade e é baseada no princípio da confiança. Por essa razão, a utilização deste Relatório para fins punitivos, em relação aos seus colaboradores, além de macular o princípio da "não autoincriminação" deduzido do "direito ao silêncio", albergado pela Constituição Federal, pode desencadear o esvaziamento das contribuições voluntárias, fonte de informação imprescindível para o SIPAER.

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

SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao acidente com a aeronave PT-HLU, modelo HB-350B, ocorrido em 19DEZ2013, classificado como [ARC] Contato anormal com a pista".

Durante o treinamento de autorrotação, a aeronave efetuou um pouso corrido brusco e com baixa rotação do rotor principal. Em seguida, houve o toque de uma das pás do rotor principal na parte superior do cone de cauda.

A aeronave teve danos substanciais.

Os dois pilotos e o passageiro saíram ilesos.

Houve a designação de Representante Acreditado do *Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile* (BEA) - França, Estado de projeto da aeronave.

ÍNDICE

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS 5

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS. 6
1.1. Histórico do voo. 6
1.2. Lesões às pessoas. 6
1.3. Danos à aeronave. 6
1.4. Outros danos. 6
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido. 6
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes. 6
1.5.2. Formação. 7
1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações. 7
1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo. 7
1.5.5. Validade da inspeção de saúde. 7
1.6. Informações acerca da aeronave. 7
1.7. Informações meteorológicas. 7
1.8. Auxílios à navegação. 8
1.9. Comunicações. 8
1.10. Informações acerca do aeródromo. 8
1.11. Gravadores de voo. 8
1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços. 8
1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas. 9
1.13.1. Aspectos médicos. 9
1.13.2. Informações ergonômicas. 9
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. Informações operacionais. 9
1.19. Informações adicionais. 12
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação. 13

2. ANÁLISE. 13

3. CONCLUSÕES. 15
3.1. Fatos. 15
3.2. Fatores contribuintes. 15

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA 16

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS. 16

GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS

AC	*Advisory Circular*
AFA	Academia da Força Aérea
BEA	*Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile*
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CFR	*Code of Federal Regulations*
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CORPAER - PMMG	Companhia de Radiopatrulhamento Aéreo de Minas Gerais
EDRA	Escola de Aeronáutica Ltda.
FAA	*Federal Aviation Administration*
IFRH	Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero
INVH	Habilitação de Instrutor de Voo - Helicóptero
METAR	*Meteorological Aerodrome Report* - Reporte Meteorológico de Aeródromo
NTSB	*National Transportation Safety Board*
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PF	*Pilot Flying*
PIC	*Pilot In Command* - Piloto em Comando
PLH	Licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
PRI	Categoria de Registro de Aeronave Privada - Instrução
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
SBPR	Designativo de localidade - Aeródromo Carlos Prates, Belo Horizonte, MG
SIC	*Second In Command* - Segundo em Comando
SNHN	Designativo de localidade - Heliponto EFAI, Contagem, MG.
UTC	*Universal Time Coordinated* - Tempo Universal Coordenado
VFR	*Visual Flight Rules* - Regras de Voo Visual

1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

Aeronave	**Modelo:** HB-350B **Matrícula:** PT-HLU **Fabricante:** HELIBRÁS	**Operador:** EFAI - Escola de Pilotagem Ltda. - EPP
Ocorrência	**Data/hora:** 19DEZ2013 - 17:00 (UTC) **Local:** Aeródromo Carlos Prates (SBPR) **Lat.** 19°54'36"S **Long.** 043°59'25"W **Município - UF:** Belo Horizonte - MG	**Tipo(s):** [ARC] Contato anormal com a pista **Subtipo(s):** NIL

1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Heliponto EFAI (SNHN), Contagem, MG, para o Aeródromo Carlos Prates (SBPR), Belo Horizonte, MG, às 16h40min (UTC), para realizar um voo local de treinamento, com dois pilotos e um passageiro a bordo.

Durante o treinamento de autorrotação, em SBPR, a aeronave efetuou um pouso corrido brusco e com baixa rotação do rotor principal. Em seguida, houve o toque de uma das pás do rotor principal na parte superior do cone de cauda.

A aeronave teve danos substanciais.

Os dois pilotos e o passageiro saíram ilesos.

1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	2	1	-

1.3. Danos à aeronave.

A aeronave teve danos nas pás do rotor principal, no cone de cauda, no eixo de acionamento do rotor de cauda, na estrela da cabeça do rotor principal, nos esquis e no guarda-pá do rotor de cauda.

1.4. Outros danos.

Não houve.

1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas		
Discriminação	PIC	SIC
Totais	5.627:40	1.300:00
Totais, nos últimos 30 dias	62:00	06:30
Totais, nas últimas 24 horas	03:20	04:00
Neste tipo de aeronave	856:00	1.200:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	60:00	01:30
Neste tipo, nas últimas 24 horas	03:20	00:00

Obs.: os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros das Cadernetas Individuais de Voo (CIV) dos pilotos.

1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC), que era instrutor da EFAI - Escola de Pilotagem, realizou o curso de piloto militar na Academia da Força Aérea (AFA), Pirassununga, SP, em 1986.

O Segundo em Comando (SIC), que estava realizando o treinamento, fez o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na Companhia de Radiopatrulhamento Aéreo de Minas Gerais (CORPAER - PMMG) e na EDRA Aeronáutica, em Belo Horizonte, MG, em 2004.

1.5.3. Categorias das licenças e validade dos certificados e habilitações.

O PIC possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Helicóptero (PLH) e estava com as habilitações de helicóptero tipo H350 (que incluía o modelo HB-350B), Instrutor de Voo - Helicóptero (INVH) e Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH) válidas.

O SIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com as habilitações de helicóptero tipo H350 e INVH válidas.

1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência no tipo de voo.

1.5.5. Validade da inspeção de saúde.

Os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos.

1.6. Informações acerca da aeronave.

A aeronave, de número de série HB-1030/1519, foi fabricada pela HELIBRÁS, em 1982, e estava inscrita na Categoria de Registro Privada - Instrução (PRI).

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

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

A última inspeção da aeronave, do tipo “7 dias/10/25/30 horas”, foi realizada em 19DEZ2013 pela organização de manutenção EFAI, em Contagem, MG, estando com 4 horas voadas após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave, do tipo “12 anos”, foi realizada em 05SET2008 pela organização de manutenção HELIBRÁS, em Itajubá, MG, estando com 2.789 horas voadas após a inspeção.

1.7. Informações meteorológicas.

As condições meteorológicas eram favoráveis à realização da manobra de treinamento.

Os Reportes Meteorológicos de Aeródromo (METAR) de SBPR, entre 16h00min (UTC) e 18h00min (UTC), traziam as seguintes informações:

METAR SBPR 191400Z 22002KT 9999 SCT030 28/17 Q1012

METAR SBPR 191500Z 01004KT 9999 BKN030 29/17 Q1011.

METAR SBPR 191600Z 32002KT 9999 BKN030 28/17 Q1011

Verificou-se que a velocidade do vento variava entre 2 e 4 kt e, próximo ao horário da ocorrência, a direção do vento era, praticamente, paralela à trajetória da aeronave, com proa de 090°, velocidade de 4 kt.

A visibilidade horizontal estava acima de 10 km, com camadas de nuvens em torno de 3.000 ft, com céu nublado e temperatura em torno de 28°C.

1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

1.10. Informações acerca do aeródromo.

O Aeródromo de SBPR era público, administrado pela INFRAERO e operava sob Regras de Voo Visual (VFR), em período diurno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 09/27, dimensões de 928 x 18 m, com elevação de 3.044 ft.

1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

O impacto da aeronave contra o solo ocorreu no gramado lateral direito, na altura do terço final da pista, no sentido da cabeceira 09 para a 27 de SBPR, não havendo qualquer evidência de impacto anterior.

No choque contra o solo, as pás do rotor principal flexionaram para baixo e tocaram a parte superior do *tail boom*, danificando as carenagens superiores, com fragmentação de pequenas partes, dilaceração do eixo de acionamento do rotor de cauda e suporte dos rolamentos. Houve também o alargamento do gabarito dos esquis do trem de pouso, inclusive causando empenamento das lâminas antirressonância, compressão do guarda-pá do rotor de cauda, bem como danos na cabeça do rotor principal e pás.

Figura 1 - Detalhe dos danos ao *tail boom*.

Figura 2 - Vista lateral esquerda dos danos ao eixo do rotor de cauda.

1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

1.13.1. Aspectos médicos.

Nada a relatar.

1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.

1.13.3. Aspectos Psicológicos.

Nada a relatar.

1.14. Informações acerca de fogo.

Não houve fogo.

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

Nada a relatar.

1.16. Exames, testes e pesquisas.

De acordo com os dados levantados, não foram encontrados indícios de problemas técnicos ou de manobrabilidade do helicóptero.

1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.

Nada a relatar.

1.18. Informações operacionais.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento estipulados pelo fabricante e a área para realização da manobra estava livre de obstáculos e pessoas.

O treinamento do SIC estava sendo acompanhado por um PIC que possuía a habilitação de INVH. Além dos pilotos, havia um passageiro a bordo, que também era piloto e iria realizar o treinamento posteriormente.

No momento da ocorrência, o SIC era o *Pilot Flying* (PF).

A tripulação estava realizando treinamento da manobra de autorrotação, na qual normalmente a aeronave desce em uma rampa de planeio, com o rotor principal sendo rotacionado exclusivamente pela ação do ar no sentido contrário ao deslocamento do helicóptero (de baixo para cima), assegurando a manutenção da manobrabilidade da aeronave e o pouso com segurança, mesmo com o motor inoperante.

Na autorrotação, o motor do helicóptero é desconectado do sistema do rotor principal, após uma falha, e as suas pás são acionadas somente pelo fluxo ascendente de ar.

Em outras palavras, o motor não fornece energia para o rotor principal e a aeronave é conduzida ao pouso mediante o uso de técnicas especificas de pilotagem, aprovadas e testadas, descritas no manual de voo da aeronave pelo fabricante.

A expectativa é que, ao final da manobra, o helicóptero realize um pouso corrido, com deslocamento à frente, de baixa velocidade ou pouso direto, quase sem deslocamento longitudinal, sendo que, em ambos os casos, não deverão ocorrer danos à aeronave.

A manobra de autorrotação depende, também, de condições meteorológicas favoráveis.

A autorrotação foi realizada na altura do terço final da pista, no sentido da cabeceira 09 para a 27 de SBPR, no gramado lateral direito da pista, em coordenação com a torre de controle do aeródromo, conforme Figura 3.

Figura 3 - Croqui da ocorrência. Fonte: Adaptado do *Google Earth*.

O treinamento da manobra de autorrotação estava previsto no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) 61, seção 61.61, letra (f)(4):

(f) Para helicópteros: além das manobras e procedimentos previstos no parágrafo (d) desta seção e de acordo com o que permita o desempenho, as características e as limitações da aeronave, o aluno piloto deve ter recebido instrução de voo antes do voo solo em:

Origem: SPO	ANAC	24/78

(1) aproximações para a aterrissagem;

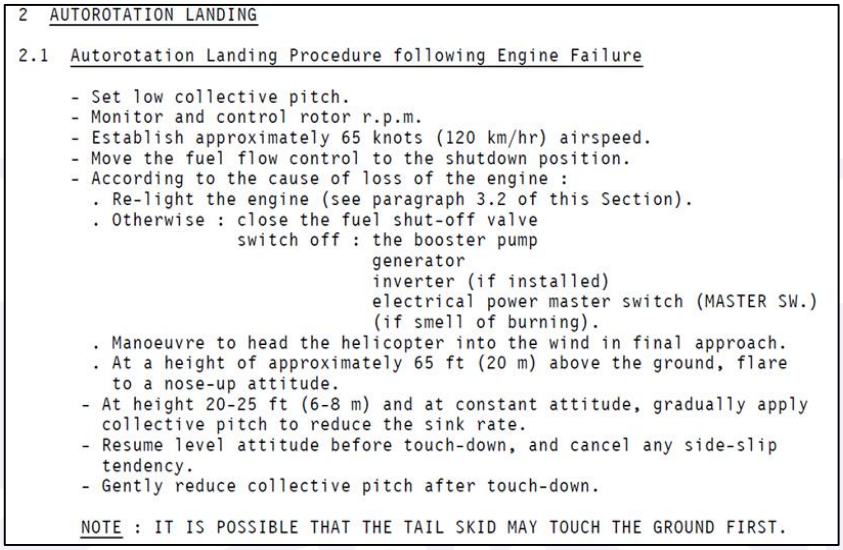
(2) taxiamento aéreo e manobras próximas ao solo, incluindo giros;

(3) aproximações perdidas a partir de uma aterrissagem com aproximação em voo pairado e a partir de uma aproximação final;

(4) procedimentos de emergências simuladas, incluindo descidas em autorrotação finalizadas com recuperação de potência ou aterrissagens, recuperação de potência em voo pairado em um helicóptero monomotor, ou aproximações em voo pairado com um motor inoperante em um helicóptero multimotor; e

Figura 4 - Previsão do treinamento no RBAC 61.

O fabricante elencava, no Manual de Voo da Aeronave, "*Flight Manual, Section 3.1, Emergency Procedures, Autorotation Landing Procedure Following Engine Failure*", os procedimentos de autorrotação, como apresentado abaixo:



2 AUTOROTATION LANDING

2.1 Autorotation Landing Procedure following Engine Failure

- Set low collective pitch.
- Monitor and control rotor r.p.m.
- Establish approximately 65 knots (120 km/hr) airspeed.
- Move the fuel flow control to the shutdown position.
- According to the cause of loss of the engine :
  . Re-light the engine (see paragraph 3.2 of this Section).
  . Otherwise : close the fuel shut-off valve
  switch off : the booster pump
  generator
  inverter (if installed)
  electrical power master switch (MASTER SW.)
  (if smell of burning).
  . Manoeuvre to head the helicopter into the wind in final approach.
  . At a height of approximately 65 ft (20 m) above the ground, flare to a nose-up attitude.
- At height 20-25 ft (6-8 m) and at constant attitude, gradually apply collective pitch to reduce the sink rate.
- Resume level attitude before touch-down, and cancel any side-slip tendency.
- Gently reduce collective pitch after touch-down.

NOTE : IT IS POSSIBLE THAT THE TAIL SKID MAY TOUCH THE GROUND FIRST.

Figura 5 - Procedimentos de autorrotação descritos no manual do fabricante.

Em tradução livre, o fabricante estabelecia a seguinte sequência de procedimentos:

2. 1 Procedimento de pouso em autorrotação após falha do motor

- Aplicar passo coletivo baixo.
- Monitorar e controlar a rotação do rotor.
- Estabelecer uma velocidade de aproximadamente 65 kt (120 km/h).
- Mover o controle de fluxo de combustível para a posição de corte.
- De acordo com a causa da falha do motor:
- Reacender o motor (consulte o parágrafo 3.2 desta Seção).
- Caso contrário: fechar a válvula de corte de combustível

  desligar: a bomba de reforço
  gerador
  inversor (se instalado)
  interruptor mestre de energia elétrica (MASTER SW.)
  (se cheirar a queimado).

- Manobrar para direcionar o helicóptero contra o vento na aproximação final.
- A uma altura de aproximadamente 65 ft (20 m) acima do solo, faça o *flare* para uma atitude de nariz para cima.
- Na altura de 20-25 ft (6-8 m) e em atitude constante, aplique gradualmente o passo coletivo para reduzir a razão de afundamento.
- Retome a atitude nivelada antes do toque e cancele qualquer tendência de derrapagem.
- Reduza suavemente o *pitch* coletivo após o toque.

obs.: é possível que o *skid* da cauda toque no chão primeiro.

Esses eram os procedimentos previstos para a preservação da aeronave durante o pouso de emergência ou treinamento de autorrotação, conforme a orientação do fabricante.

1.19. Informações adicionais.

A *Federal Aviation Administration* (FAA), agência regulatória dos Estados Unidos da América (EUA), emitiu a *Advisory Circular*[1] (AC) 61-140, recomendando procedimentos e meios aceitáveis para mitigar o risco durante a autorrotação, acrescentando as informações contidas no "*Helicopter Flying Handbook*", FAA-H-8023-21, parte da legislação contida no "*Title 13 of the Code of Federal Regulations* (14 CFR), *Part* 61, e foi destinada às pessoas envolvidas no treinamento de voo de helicóptero.

Nesse documento era relatado que a causa predominante de acidentes/incidentes reportados ao *National Transportation Safety Board* (NTSB) durante o treino/instrução de autorrotação era a falha em manter a velocidade de rotação do rotor principal (Nr) e a velocidade indicada prevista no Manual de Voo da aeronave.

O não cumprimento desses parâmetros poderia resultar em uma colisão de forma agressiva contra o solo, gerando os danos conforme os apresentados no item 1.12 deste relatório. Cada helicóptero tem uma velocidade, especificada no Manual de Voo, e, além disso, os pilotos devem continuamente verificar a atitude da aeronave, a Nr e a velocidade indicada.

Considerando que se tratava de um voo de treinamento, esses parâmetros deveriam ter uma maior atenção do PIC, uma vez que quaisquer discrepâncias na execução da técnica pelo SIC necessitariam de uma intervenção imediata.

Segundo a AC da FAA, a manobra deveria ser imediatamente abortada a qualquer momento se os seguintes critérios fossem identificados:

- se a rotação do rotor não estivesse dentro dos limites; e
- se o helicóptero não estivesse em uma atitude/velocidade adequada, conforme o Manual de Voo da aeronave.

É essencial que o PIC, assim que reconheça algum desses critérios, intervenha imediatamente e execute uma recuperação de energia suave, até uma altura mínima de segurança.

A Nr deve ser mantida na faixa recomendada no Manual de Voo durante toda a manobra. A Nr fora da faixa recomendada resultará em uma taxa mais alta de descida. Deve-se reagir imediatamente à diminuição da Nr ou a atitudes incomuns inadvertidas, que podem não ser recuperáveis, dependendo da altura.

Caso a autorrotação tenha sido conduzida de forma estabilizada, restaria executar o "*flare*", na altura recomendada, como sendo a última fase para a redução da razão de descida e da velocidade para viabilizar o pouso com segurança.

Na literatura especializada, é possível identificar quatro fases do pouso em autorrotação:

- entrada;
- descida;
- *flare*; e
- toque.

[1] A AC 61-140 é um documento do FAA, não regulatório, informativo, normalmente complementando uma legislação.

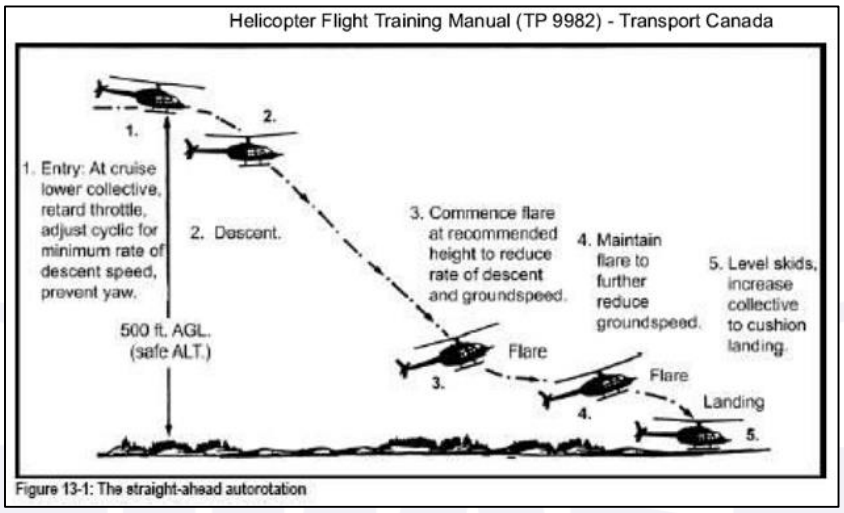
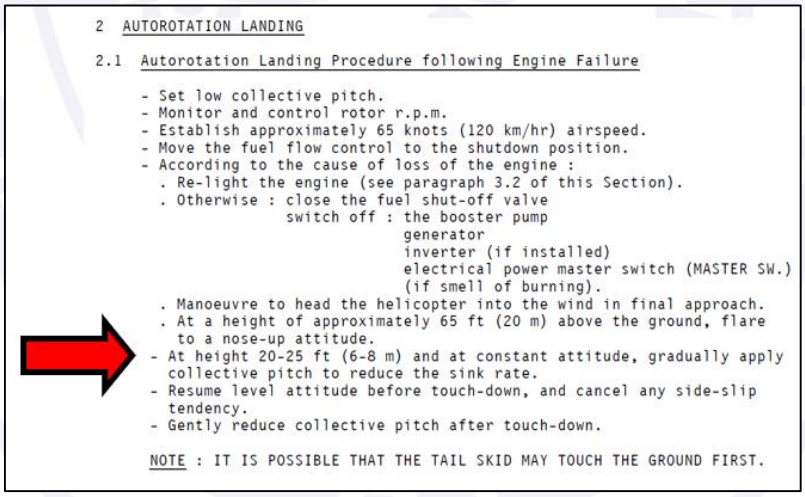


Figura 6 - Fases da autorrotação. Fonte: Adaptado do *Helicopter Flight Training Manual - Transport Canada*.

Para que o pouso da aeronave operando no regime de autorrotação seja seguro, o piloto deve reduzir a velocidade de voo à frente e a razão de descida antes da aterrissagem. Ambas as ações podem ser realizadas parcialmente.

Por meio do deslocamento do controle cíclico para trás, tem-se uma mudança de atitude do disco do rotor com relação à direção do vento relativo. Isso causa uma redução na velocidade de voo à frente da aeronave (*flare*). Ocorre também um aumento do ângulo de ataque em todas as pás devido à mudança na velocidade induzida. Como resultado tem-se um aumento da sustentação e uma redução da razão de descida, conforme recomendado pelo fabricante:



2 AUTOROTATION LANDING

2.1 Autorotation Landing Procedure following Engine Failure

- Set low collective pitch.
- Monitor and control rotor r.p.m.
- Establish approximately 65 knots (120 km/hr) airspeed.
- Move the fuel flow control to the shutdown position.
- According to the cause of loss of the engine :
  . Re-light the engine (see paragraph 3.2 of this Section).
  . Otherwise : close the fuel shut-off valve
  switch off : the booster pump
  generator
  inverter (if installed)
  electrical power master switch (MASTER SW.)
  (if smell of burning).
  . Manoeuvre to head the helicopter into the wind in final approach.
  . At a height of approximately 65 ft (20 m) above the ground, flare to a nose-up attitude.
- At height 20-25 ft (6-8 m) and at constant attitude, gradually apply collective pitch to reduce the sink rate.
- Resume level attitude before touch-down, and cancel any side-slip tendency.
- Gently reduce collective pitch after touch-down.

NOTE : IT IS POSSIBLE THAT THE TAIL SKID MAY TOUCH THE GROUND FIRST.

Figura 7 - Recomendações do fabricante para o pouso em autorrotação.

1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo local de treinamento das técnicas de autorrotação.

De acordo com os dados levantados, não foram encontradas evidências de problemas técnicos ou de manobrabilidade do helicóptero que pudessem ter contribuído para a ocorrência.

As condições meteorológicas foram consideradas propícias à realização do voo, com vento calmo e boa visibilidade, portanto, a contribuição desse aspecto também foi descartada para a ocorrência.

No momento do toque no solo, a aeronave apresentava baixa rotação do rotor principal.

A análise das fotos da aeronave, após a ocorrência, denotou que ocorreu a deflexão das extremidades das pás do rotor principal em direção à estrutura do *tail boom*, danificando-o. Isso ocorreu devido à forte desaceleração da aeronave quando esta tocou o solo.

Segundo a *Advisory Circular* nº 61-140 da FAA, a causa predominante de acidentes/incidentes reportados ao *National Transportation Safety Board* (NTSB) durante o treino/instrução de autorrotação era a falha em manter a velocidade de rotação do rotor principal (Nr) e a velocidade indicada prevista no Manual de Voo da aeronave, aspectos estes identificados neste acidente.

Os danos apresentados na aeronave nesta ocorrência sugerem que ocorreu uma inadequação no uso dos comandos, por parte do PF, que levaram à situação descrita anteriormente.

Por ser uma manobra que exige bastante cuidado, os pilotos devem, continuamente, ter a máxima atenção voltada para a atitude da aeronave, a Nr e a velocidade. Considerando que se tratava de um voo de treinamento, esses parâmetros deveriam ter uma maior atenção do PIC, uma vez que quaisquer discrepâncias na sua execução, pelo outro piloto, necessitariam de uma intervenção imediata.

Segundo a AC da FAA, a manobra deveria ser imediatamente abortada a qualquer momento se fosse identificado que a rotação do rotor não estivesse dentro dos limites e/ou se o helicóptero não estivesse em uma atitude/velocidade adequada, conforme o Manual de Voo da aeronave.

É essencial que o PIC, assim que reconheça algum destes critérios, intervenha imediatamente, e execute uma recuperação de energia suave, até uma altura mínima de segurança.

Dentro desse contexto, concluiu-se que houve, por parte do PIC, demora em atuar nos comandos para evitar que o helicóptero tocasse o solo bruscamente, o que também contribuiu para a ocorrência.

A incorreta avaliação dos parâmetros operacionais, por parte do PIC, denotou que houve, ainda, um julgamento de pilotagem inadequado, visto que este não houve a atuação tempestiva, a fim de abortar a manobra e evitar o toque brusco contra o solo.

Uma vez que o piloto que estava nos comandos (SIC) já tinha experiência prévia na aeronave, possuindo inclusive a habilitação INVH, é possível que o PIC tenha adotado uma postura passiva frente às falhas operacionais do SIC durante o exercício de autorrotação que estava sendo realizado.

Isso pode ter levado à redução da sua consciência situacional durante o treinamento de autorrotação e a uma percepção atrasada das possíveis consequências das falhas apontadas neste relatório.

3. CONCLUSÕES.

3.1. Fatos.

a) os pilotos estavam com os Certificados Médicos Aeronáuticos (CMA) válidos;

b) os pilotos estavam com as habilitações de aeronave tipo H350 (que incluía o modelo HB-350B) válidas;

c) os pilotos estavam qualificados e possuíam 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) durante um exercício de autorrotação, a aeronave tocou bruscamente o solo;

i) no momento do toque no solo, a aeronave apresentava baixa rotação do rotor principal;

j) a aeronave teve danos substanciais; e

k) todos os ocupantes saíram ilesos.

3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

Houve inadequada atuação nos comandos da aeronave, o que veio a contribuir para a sua aproximação com o solo com excessiva razão de descida, culminando em toque com alta energia.

- **Atenção - contribuiu.**

Dentro do contexto do treinamento, os parâmetros deveriam ter uma maior atenção do PIC, uma vez que quaisquer discrepâncias na sua execução, pelo outro piloto, necessitariam de uma intervenção imediata. Dessa forma, a demora em atuar nos comandos para evitar que o helicóptero tocasse o solo bruscamente denotou falhas quanto à atenção do PIC.

- **Atitude - indeterminado.**

Uma vez que o piloto que estava nos comandos (SIC) já tinha experiência prévia na aeronave, possuindo inclusive a habilitação INVH, é possível que o PIC tenha adotado uma postura passiva frente às falhas operacionais do SIC durante o exercício de autorrotação que estava sendo realizado.

- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

Houve uma inadequada avaliação, por parte do PIC, dos parâmetros relacionados à operação da aeronave, o que acarretou uma correção tardia e o contato brusco da aeronave contra o solo.

- **Percepção - indeterminado.**

Uma atitude passiva, assumida pelo PIC, pode ter levado à redução da sua consciência situacional durante o treinamento de autorrotação e a uma percepção atrasada das possíveis consequências das falhas apontadas neste relatório.

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 ocorrências aeronáuticas 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".

Não há.

5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.

Nada a relatar.

Em, 15 de agosto de 2023.