

**COMANDO DA AERONÁUTICA**  
**CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE**  
**ACIDENTES AERONÁUTICOS**



**RELATÓRIO FINAL**  
**IG-063/CENIPA/2020**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>INCIDENTE GRAVE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PR-SCL</b>
<b>MODELO:</b>	<b>AS 350 B2</b>
<b>DATA:</b>	<b>11MAIO2020</b>



## 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 nº 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 incidente grave com a aeronave PR-SCL, modelo AS 350 B2, ocorrido em 11MAIO2020, tipificado como “[UIMC] IMC não intencional” e “[AMAN] Manobra abrupta”.

Durante o voo em rota, a aeronave entrou em *Instrument Meteorological Conditions* (IMC - condições meteorológicas de voo por instrumentos). O piloto comandou uma manobra brusca para sair dessa condição.

Constatou-se que, no decorrer da manobra executada, a rotação do rotor principal excedeu os limites especificados pelo fabricante.

A aeronave teve danos leves.

Os tripulantes 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

<b>GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Histórico do voo.....	6
1.2. Lesões às pessoas.....	6
1.3. Danos à aeronave. ....	6
1.4. Outros danos.....	7
1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.....	7
1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.....	7
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.....	8
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.....	10
1.16. Exames, testes e pesquisas.....	10
1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.....	10
1.18. Informações operacionais.....	10
1.19. Informações adicionais.....	12
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	14
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>14</b>
<b>3. CONCLUSÕES.....</b>	<b>16</b>
3.1. Fatos.....	16
3.2. Fatores contribuintes.....	16
<b>4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA .....</b>	<b>18</b>
<b>5. AÇÕES CORRETIVAS OU PREVENTIVAS ADOTADAS.....</b>	<b>18</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ADE	Categoria de Registro de Aeronave de Administração Direta Estadual
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et d'Analyses pour la Sécurité de l'Aviation Civile</i>
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CIV	Caderneta Individual de Voo
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
CRM	<i>Crew Resource Management</i> - gerenciamento de recursos de tripulação
ELT	<i>Emergency Locator Transmitter</i> - transmissor de localização de emergência
FL	<i>Flight Level</i> - nível de voo
GRAESP/PA	Grupamento Aéreo de Segurança Pública do Estado do Pará
HMNT	Habilitação de Classe Helicóptero Monomotor a Turbina
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> - regras de voo por instrumentos
IFRH	Habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i> - condições meteorológicas de voo por instrumentos
NR	Rotação do Rotor Principal
OEE	Operador de Equipamentos Especiais
PCH	Licença de Piloto Comercial - Helicóptero
PF	<i>Pilot Flying</i> - piloto que opera
PIC	<i>Pilot in Command</i> - Piloto em Comando
PPH	Licença de Piloto Privado - Helicóptero
PTO	Programa de Treinamento Operacional
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RPM	Rotações Por Minuto
SBBE	Designativo de localidade - Aeródromo Internacional Val de Cans - Júlio Cezar Ribeiro, Belém, PA
SIC	<i>Second in Command</i> - segundo em comando
SIGWX	<i>Significant Weather</i> - tempo significativo
SNVS	Designativo de localidade - Aeródromo de Breves, PA
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i> - tempo universal coordenado
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> - regras de voo visual
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i> - condições de voo visual

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> AS 350 B2 <b>Matrícula:</b> PR-SCL <b>Fabricante:</b> HELIBRAS	<b>Operador:</b> Sec. de Estado de Seg. Pub. Def. Soc. do Pará
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 11MAIO2020 - 12:05 (UTC) <b>Local:</b> Rota entre Belém, PA, e Breves, PA <b>Lat.</b> 01°31'30"S <b>Long.</b> 049°48'14"W <b>Município - UF:</b> Breves - PA	<b>Tipo(s):</b> [UIMC] IMC não intencional [AMAN] Manobra abrupta <b>Subtipo(s):</b> NIL

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave decolou do Aeródromo Internacional Val de Cans - Júlio Cezar Ribeiro (SBBE), Belém, PA, com destino ao Aeródromo de Breves (SNVS), PA, às 11h19min (UTC), a fim de transportar pessoal, com dois pilotos, um Operador de Equipamentos Especiais (OEE) e um passageiro a bordo.

Durante o trajeto sob *Visual Flight Rules* (VFR - regras de voo visual) em rota, o helicóptero entrou em *Instrument Meteorological Conditions* (IMC - condições meteorológicas de voo por instrumentos) acima de uma camada de nuvens e, por volta das 12h05min (UTC), ao tentar retornar para *Visual Meteorological Conditions* (VMC - condições de voo visual), foi efetuada uma manobra brusca com curva pela direita em descida.

No decorrer dessa manobra, a rotação do rotor principal atingiu 493 Rotações por Minuto (RPM), houve elevada vibração e o *Emergency Locator Transmitter* (ELT - transmissor de localização de emergência) foi acionado de forma automática.

Após a estabilização das condições de voo, o helicóptero prosseguiu para o pouso no local de destino.

A aeronave teve danos leves. Os três tripulantes e o passageiro saíram ilesos.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	3	1	-

### 1.3. Danos à aeronave.

Os danos visíveis se limitaram a um descolamento dos selantes dos adaptadores de frequência das três pás do rotor principal (Figura 1).

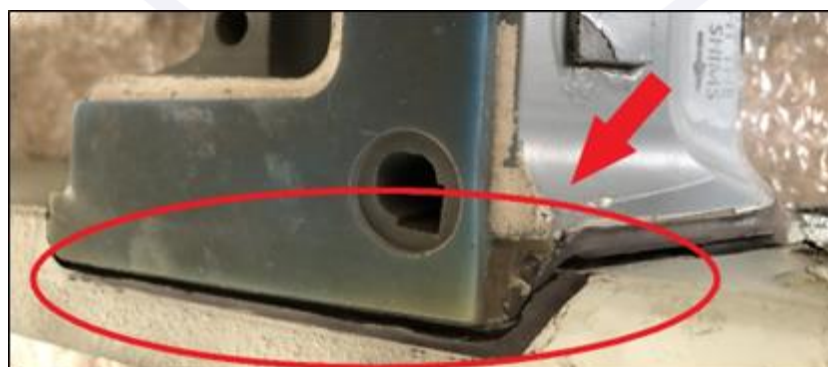


Figura 1 - Descolamento do selante do adaptador de frequência.

Devido à condição de sobrevelocidade ocorrida (493 RPM), as pás dos rotores principal e de cauda foram retiradas e enviadas para análise e reparo no fabricante.

Alguns dos componentes descritos no *Maintenance Manual AS350 05-53-00-601*, page 603, versão 2019.09.26, foram descartados, conforme determinava o referido manual.

#### 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	1.075:40	146:00
Totais, nos últimos 30 dias	04:10	05:00
Totais, nas últimas 24 horas	01:10	01:10
Neste tipo de aeronave	819:20	05:00
Neste tipo, nos últimos 30 dias	04:10	05:00
Neste tipo, nas últimas 24 horas	01:10	01:10

**Obs.:** os dados relativos às horas voadas foram obtidos por meio dos registros da Caderneta Individual de Voo (CIV) dos pilotos.

##### 1.5.2. Formação.

O Piloto em Comando (PIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na EDRA Aeronáutica, em Ipeúna, SP, em 2006.

O piloto Segundo em Comando (SIC) realizou o curso de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) na EACAR - Escola de Aviação Civil, em Piraquara, PR, em 2019.

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

O PIC possuía a licença de Piloto Comercial - Helicóptero (PCH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida.

O SIC possuía a licença de Piloto Privado - Helicóptero (PPH) e estava com a habilitação de Helicóptero Monomotor a Turbina (HMNT) válida.

Eles não possuíam a habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH).

##### 1.5.4. Qualificação e experiência no tipo de voo.

Os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência para a realização do 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 7792, foi fabricada pela HELIBRAS, em 2014, e estava inscrita na Categoria de Registro de Administração Direta Estadual (ADE).

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 "10 horas / 7 dias", foi realizada em 10MAIO2020 pelo Grupamento Aéreo de Segurança Pública do Estado do Pará (GRAESP/PA), em Belém, PA, estando com 1 hora e 10 minutos voados após a inspeção.

A última inspeção mais abrangente da aeronave, do tipo “150 horas”, foi realizada em 23MAR2020 pela organização de manutenção HELISUL, em Belém, PA, estando com 6 horas e 20 minutos voados após a inspeção.

O Manual de Manutenção do AS 350 estabelecia as seguintes ações para incidentes na operação envolvendo sobrevelocidade dos rotores (Figura 2).

SPEED rpm	CHECK	REMOVE	DISCARD
470 rpm < overspeed ≤ 500 rpm	- Do the operations planned for a rate between 450 and 470 rpm.	- Rear rotor blades or approved repair shop return for: Appearance and tap test of bonding areas (64-10-00-601 ). Straightness check 3 mm (.118 in.) max. Binding adherence check using ultrasound for the rotors PRE MOD 075595 Inspection of the blade (64-10-00-602) section Check with disassembly. See NOTE below. - Main rotor blades Factory return for: Appearance and tap test of bonding areas (62-10-10-601 ). Measurement of the dragwise blade deflection (62-10-00-604) Transfer to the dynamic bench for identification of the adjustment parameters.	- STARFLEX star. - Blade attachment pins. - Sleeve flanges (P/N 350A31-1831-06) and (P/N 350A31-1831-07) (Glass flanges) or (P/N 350A31-1850-02) and (P/N 350A31-1850-03 ) (Carbon flanges).
500 rpm < overspeed			- Main and rear rotor blades.

Figura 2 - Extrato do *Maintenance Manual AS350 - 05-53-00-601*, page 603, 2019.09.26.

### 1.7. Informações meteorológicas.

À época da ocorrência, não havia informações meteorológicas para a localidade de SNVS.

A carta de *Significant Weather* (SIGWX - tempo significativo) gerada em 11MAIO2020 às 12h00min (UTC), com validade até 12MAIO2020 às 12h00min (UTC), mostrava que, na região em que o voo se desenvolvia, havia de 5 a 7 oitavos de nuvens *Cumulus* e *Stratocumulus* com base a 1.700 ft e topo no Nível de Voo (FL) 080.

Também foi constatado que, ao norte da rota voada, havia de 5 a 7 oitavos de nuvens *Stratus* e *Stratocumulus* com base a 700 ft e topo no FL030.

### 1.8. Auxílios à navegação.

Nada a relatar.

### 1.9. Comunicações.

Nada a relatar.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

A ocorrência se deu fora de aeródromo.

### 1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

### 1.12. Informações acerca do impacto e dos destroços.

Nada a relatar.



### **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.**

O PIC era integrante do Corpo de Bombeiros há 28 anos, 13 deles atuando no GRAESP/PA e, à época da ocorrência, exercia a função de coordenador de operações da organização.

O PIC era considerado um profissional de comportamento discreto, reservado e que mantinha interação amistosa com os demais integrantes do grupo. Ele era tido como alguém que trabalhava com satisfação e dedicação, persistindo na busca dos seus objetivos pessoais e profissionais.

No entanto, alguns relatos indicavam que o PIC apresentava um perfil mais arrojado em suas manobras, havendo situações em que o seu julgamento técnico-operacional foi avaliado como inadequado.

Segundo as informações colhidas, os pilotos estavam descansados para realizar o voo e não foi relatado qualquer mal-estar no dia anterior.

Os relatos colhidos indicaram um alto comprometimento dos tripulantes em relação ao cumprimento da missão, que tinha como finalidade apoiar as ações relacionadas ao combate à pandemia de Coronavírus.

Segundo o seu relato, o SIC experimentou uma desorientação espacial durante a manobra executada pelo PIC e a aeronave saiu da camada com uma atitude muito “picada”.

De acordo com os relatos colhidos, a decisão de descer e transpor a camada de nuvens foi tomada pelo PIC sem coordenação ou comunicação com os demais membros da tripulação. Segundo se apurou, houve algum desconforto pessoal a bordo em relação à mudança brusca no perfil de voo diante das condições em que a manobra foi realizada.

Também foi informado que, em função de possíveis anormalidades no comando coletivo, decorrentes de uma condição de sobrevelocidade do rotor principal, o SIC teria sugerido, por várias vezes, a realização de um pouso para que se verificasse as condições operacionais da aeronave. Entretanto, a decisão de prosseguir para pouso no destino (SNVS) foi tomada de forma unilateral pelo PIC.

Conforme relatos colhidos, havia, no Grupamento, uma cultura adequada de formação e de segurança de voo. Apesar disso, houve reportes de que a transposição de camadas de nuvens por cima era comum nas operações.

Também foi relatado que, para a missão em que se deu esta ocorrência, não foi realizado um *briefing*.

De acordo com os dados obtidos, em geral, o ritmo de trabalho no Grupamento era considerado adequado. Contudo, em algumas esferas de gestão, havia maior acúmulo de atividades.

No caso em tela, embora essa condição não tenha sido associada à fadiga, além de ser tripulante operacional, o PIC acumulava duas funções administrativas.

### **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.**

Após o pouso, foi verificado que houve o descolamento dos selantes dos adaptadores de frequência das pás do rotor principal.

De acordo com a Carta 05-53-00-601 do Manual de Manutenção da aeronave AS 350 B2, a rotação atingida pelo rotor principal (493 RPM) requereu o descarte de alguns itens do sistema rotativo, bem como o envio das pás dos rotores principal e de cauda para análise no fabricante.

Essa mesma Carta especificava que o limite de Rotação do Rotor Principal (NR) para o descarte de todas as pás era de 500 RPM.

### **1.17. Informações organizacionais e de gerenciamento.**

O GRAESP/PA, operador do helicóptero envolvido neste incidente, atuava sob as regras estabelecidas no Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 90 e possuía um efetivo composto por integrantes do Corpo de Bombeiros Militar, das Polícias Civil e Militar do Estado do Pará, bem como de outros colaboradores vinculados ao Governo do Estado do Pará.

A organização possuía uma estrutura interna destinada a implementar as ações e operações aéreas de segurança pública e de defesa civil do Estado, com o objetivo de promover a integração e a otimização dos meios aéreos disponíveis no Sistema Estadual de Segurança Pública e Defesa Social, com vistas a garantir a execução das missões de cada instituição.

As inspeções periódicas e os serviços de manutenção mais complexos do PR-SCL eram realizadas por oficina especializada e certificada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

Os processos de formação operacional eram da incumbência do setor de operações e o Programa de Treinamento Operacional (PTO) estava válido.

Cabe ressaltar que o PTO aceito pela ANAC datava de 03DEZ2015, tendo sido confeccionado anteriormente à vigência do RBAC 90.

Não foram identificadas insatisfações ou queixas quanto à carga de trabalho, divisão de tarefas e escalas de serviço no contexto organizacional.

As informações levantadas à época da ocorrência indicavam um acúmulo de trabalho mediano em alguns cargos gerenciais, ocasionando maior centralização das atividades. Contudo, não foram relatados indícios de fadiga nas tripulações.

### **1.18. Informações operacionais.**

Tratava-se de um voo destinado ao transporte de pessoal conduzido sob as regras estabelecidas no RBAC 90, Emenda 00 - "Operações Especiais de Aviação Pública".

A rota era conhecida e os tripulantes operavam costumeiramente naquela região.

A aeronave estava dentro dos limites de peso e balanceamento especificados pelo fabricante.

A missão compreendia um deslocamento entre os Aeródromos SBBE e SNVS (Figura 3), com a finalidade de apoiar as ações de combate à pandemia de COVID-19.



Figura 3 - Trajetória da aeronave. Fonte: Adaptado do *Google Earth*.

O voo tinha a finalidade de transportar um técnico de oxigênio para o hospital de campanha da cidade de Breves, PA.

Os pilotos não estavam habilitados para voar por instrumentos e tampouco a aeronave era homologada para a operação sob *Instrument Flight Rules* (IFR - regras de voo por instrumentos).

Desde a decolagem de SBBE até, aproximadamente, 30 minutos antes do pouso em SNVS, o helicóptero estava sendo operado pelo SIC que atuava na condição de *Pilot Flying* (PF - piloto que opera). Em um dado momento do voo, a tripulação encontrou uma área onde havia formações meteorológicas esparsas, com base a 700 ft de altura.

Depois de uma coordenação com outra aeronave que seguia alguns minutos à frente, a qual informou que na localidade de Breves não existiam formações meteorológicas significativas, foi tomada a decisão de subir para evitar essas nuvens.

Assim, sob orientação do PIC, o SIC passou a voar acima dessa camada. Foi realizada uma subida e a aeronave manteve-se entre 1.000 e 2.000 ft de altura em espaço aéreo não controlado. Depois de algum tempo voando nessas condições, as referências com o solo ficaram mais escassas.

Em um dado momento, o PIC assumiu os comandos e decidiu descer e transpor a camada de nuvens. De acordo com os relatos colhidos, essa manobra não foi precedida de qualquer coordenação, o que surpreendeu os demais tripulantes.

Segundo os relatos, o PIC procurou uma abertura na camada e comandou um “mergulho”, com 120 kt. Durante essa descida, foi iniciada uma curva pela direita com o intuito de permanecer dentro dessa abertura. Sob tais condições, as referências visuais foram perdidas, a velocidade foi reduzida e a rotação do rotor principal atingiu 493 RPM. Além disso, a aeronave apresentou vibração elevada e o ELT foi acionado automaticamente.

Após sair da camada de nuvens, a aeronave estava com uma atitude “picada”. Além disso, também foi relatado que o helicóptero parecia estar sendo “impulsionado com força” durante o momento dessa descida.

De acordo com relatos, após o disparo da NR e a estabilização do voo, a posição do comando coletivo da aeronave ficou visivelmente alterada para uma mesma condição de voo.

Em função disso, o SIC teria sugerido, por várias vezes, a realização de um pouso de precaução. Entretanto, o PIC decidiu, de forma unilateral, prosseguir até o aeródromo de destino.

### 1.19. Informações adicionais.

O estudo da aerodinâmica de helicóptero mostra que uma aeronave de asas rotativas voa segundo os mesmos princípios básicos de um avião convencional. As forças aerodinâmicas para mantê-lo em voo são produzidas na parte superior do rotor principal quando o ar passa sobre as suas pás. A pá do rotor, ou asa, é a estrutura que torna o voo possível, por meio do deslocamento do ar que sustenta o helicóptero em voo.

A corda da pá é a linha reta que liga o seu bordo de fuga ao de ataque.

O vento relativo é o resultado do movimento do aerofólio através do ar enquanto o ângulo de ataque é aquele formado entre a corda do perfil e o vento relativo.

Em um helicóptero, são vários os fatores que podem influenciar no ângulo de ataque. Alguns movimentos são controlados pelo piloto e outros ocorrem automaticamente devido ao sistema do rotor. O piloto pode controlar o ângulo de ataque por meio dos controles de voo cíclico e coletivo. Sempre que o helicóptero sai do voo estacionário esse ângulo muda constantemente, conforme as pás vão descrevendo o seu ciclo ao longo do disco rotor.

O arrasto, por sua vez, é a componente que contraria o deslocamento do aerofólio. Tipicamente, quando o ângulo de ataque aumenta, o arrasto também cresce.

Os comandos de voo compreendem, dentre outros, os sistemas de comando coletivo e cíclico.

O comando cíclico atua no passo das pás com a mudança de ângulo em proporções diferentes ao redor do disco do rotor principal. Essa diferença no ângulo das pás no disco causa o deslocamento da aeronave conforme o movimento executado (à frente, a ré ou lateral).

O comando coletivo atua de forma que as pás mudam de ângulo todas ao mesmo tempo e em proporções iguais, o que resulta em mais ou menos sustentação e, por conseguinte, maior ou menor arrasto nas pás.

Nos helicópteros com motores a turbina, o controle de aceleração também fica no coletivo, porém a rotação é controlada por meio de compensadores automáticos, instalados no controlador de combustível. Quando esse comando é aplicado para cima, ocorre o aumento do passo das pás, que causa um maior arrasto e, como consequência, uma maior solicitação de potência do motor para manter a rotação do rotor. Se o movimento do coletivo for para baixo, o passo é reduzido e o propulsor será menos solicitado para essa tarefa.

A caixa de transmissão principal recebe o movimento vindo do motor por meio de um eixo que está acoplado a ela, ou eixos, quando o helicóptero é bimotor. Ela transforma o movimento horizontal do motor em movimento vertical para o rotor principal.

A transmissão reduz a rotação de saída do motor para uma rotação ideal para melhor tração do rotor principal. Nela está instalada a roda livre, que é a componente responsável por proporcionar a autorrotação.

A autorrotação é caracterizada pelo desacoplamento da transmissão principal com o motor em caso de falha do propulsor, fazendo com que o piloto possa manobrar o helicóptero com os recursos disponíveis para o voo até o solo.

Essa condição é conseguida porque aproveita-se a inércia do rotor, o qual passa a manter-se girando impulsionado pelo ar que, em autorrotação, flui de baixo para cima.

Assim, durante a autorrotação, o fluxo ascendente de ar através do rotor mantém a NR.

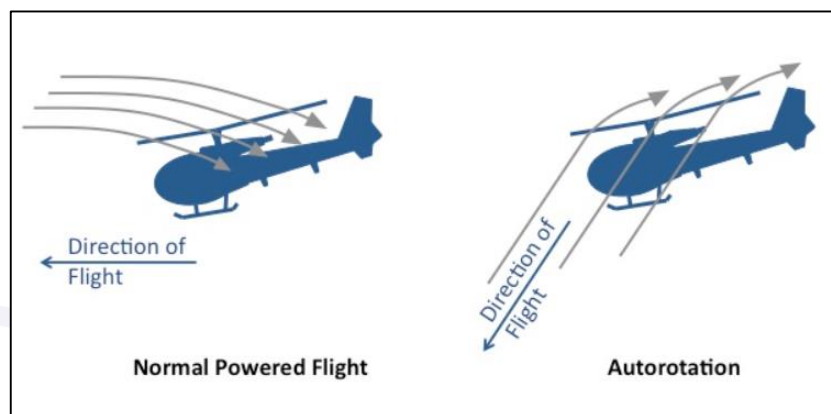


Figura 4 - Ilustração do fluxo de ar no rotor principal em voo normal e em autorrotação.

Fonte: *Autorotation*. Disponível em <https://www.skybrary.aero/articles/autorotation>.

É interessante lembrar que, ao passar do voo normal para a autorrotação, é necessário baixar o comando coletivo para levar as pás do rotor principal para o passo mínimo de voo e garantir que ele se mantenha girando com rotação adequada (faixa verde), com uma velocidade de, aproximadamente, 65 kt para o AS 350 B2.

Se a essa manobra for acrescentada uma curva, a razão de descida aumenta, pois a porção da área do disco rotor que se opõe ao movimento de descida diminui.

Além disso, a NR tenderá a aumentar durante as curvas devido ao aumento da carga sobre as pás (força G) e o piloto pode precisar usar pequenos incrementos do passo coletivo para mantê-la dentro dos limites especificados pelo fabricante<sup>1</sup>.

Em tal situação, o vento induzido pelo deslocamento descendente também tenderá a elevar a rotação do rotor principal.

O *flare* é uma manobra usada em geral para o pouso, na qual a velocidade e a razão de descida são reduzidas, colocando o helicóptero em uma atitude de nariz para cima (cíclico para trás).<sup>2</sup>

Em resumo, em aeronaves de asas rotativas, a recuperação de um mergulho (manobra para reduzir a velocidade e a razão de descida) utilizando o comando do cíclico para trás e o coletivo em baixo pode gerar disparo de NR.

Sobre os requisitos para a condução de um voo sob regras visuais, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-4, - "Regras e Procedimentos Especiais de Tráfego Aéreo para Helicópteros", especificava, em seus parágrafos 3.1.2 e 3.1.3, o seguinte:

[...]

3.1.2 Fora do espaço aéreo controlado, acima de 3000 pés de altitude ou 1000 pés de altura sobre o terreno, o que resultar maior, o voo VFR de helicóptero realizar-se-á somente quando, simultânea e continuamente, puderem ser cumpridas as seguintes condições:

- a) manter-se em condições de visibilidade de voo iguais ou superiores a 3000 m;
- b) permanecer, no mínimo, a 1500 m horizontalmente e 500 pés verticalmente de nuvens ou qualquer outra formação meteorológica de opacidade equivalente; e
- c) manter referência com solo ou água, de modo que as formações meteorológicas, abaixo do nível de voo, não obstruam mais da metade da área de visão do piloto.

<sup>1</sup> Fonte: adaptado de *Autorotation*. Disponível em <https://www.skybrary.aero/articles/autorotation>. Acesso em 28OUT2022.

<sup>2</sup> Fonte: adaptado de *Autorotation*. Disponível em <https://www.skybrary.aero/articles/autorotation>. Acesso em 28OUT2022.

3.1.3 Fora do espaço aéreo controlado, abaixo de 3000 pés de altitude ou 1000 pés de altura sobre o terreno, o que resultar maior, o voo VFR de helicóptero realizar-se-á somente quando, simultânea e continuamente, puderem ser cumpridas as seguintes condições:

- a) manter-se em condições de visibilidade de voo iguais ou superiores a 1000 m, desde que a velocidade de voo seja suficiente para ser visto e evitado o tráfego ou qualquer obstáculo com tempo suficiente para se prevenir uma colisão; e
- b) permanecer afastado de nuvens e manter referência com solo ou água.

## 1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

Tratava-se de um voo de transporte de pessoal entre os Aeródromos SBBE e SNVS conduzido sob as regras estabelecidas no RBAC nº 90.

O voo transcorria em condições meteorológicas adequadas até o momento em que a intensificação da nebulosidade na rota levou o PIC a orientar o SIC, que operava a aeronave como PF, a ganhar altura e manter o helicóptero acima da camada de nuvens.

Nesse contexto, o voo prosseguiu e a manutenção do contato visual com o solo foi se tornando impraticável. As pesquisas realizadas nos bancos de dados de informações meteorológicas mostraram a existência de coberturas de nuvens obstruindo entre 5 e 7 oitavos do céu.

De acordo com os relatos colhidos, embora estivesse sendo conduzido sobre uma camada de nuvens que obstruía a visualização da maior parte do terreno abaixo do helicóptero, o voo transcorria normalmente até que, de forma inesperada, a aeronave foi colocada em curva pela direita, em trajetória descendente, ultrapassou a nebulosidade e saiu dessa manobra em trajetória do voo “picado”, com grande ângulo, até ser estabilizada.

Examinando a teoria de voo de helicópteros, inferiu-se que, para iniciar essa manobra, foi necessário baixar o comando coletivo em toda a sua amplitude, o que, possivelmente, resultou no desacoplamento entre o motor e a transmissão principal (autorrotação com potência), e a aplicar o cíclico para a direita, no mesmo sentido de rotação do rotor principal.

Tendo em vista que o desacoplamento resultante da atuação no coletivo permitiria que o rotor girasse livremente, sendo acelerado pelas forças aerodinâmicas produzidas pelo “mergulho” (fluxo de ar de baixo para cima) e que o comandamento de uma curva nesse momento agravaria uma tendência ao disparo, concluiu-se que a manobra executada acarretou a sobrevelocidade observada no rotor principal.

Interpretando a expressão usada pelos tripulantes ao declararem que “o helicóptero parecia ter sido impulsionado com força durante o momento dessa descida” como um indício de que, durante a manobra, a aeronave tenha sido submetida à ação de força G, concluiu-se que, para nivelar o helicóptero, foi comandado um *flare* agressivo, o que também contribuiu para o disparo de NR, assim como para os elevados níveis de vibração relatados.

Após a recuperação da atitude anormal, foi percebido que a posição do comando coletivo estava, visivelmente, alterada para uma mesma condição de voo.

A posição alterada dos comandos de voo podia estar relacionada a algum dano nos componentes de controle do passo coletivo do rotor principal. No caso de uma aeronave de asas rotativas, essa alteração após uma manobra abrupta, podia significar que houve alteração ou falha em partes do sistema rotativo, o que deveria ser verificado para o prosseguimento do voo.

Considerando que a manobra executada para sair da condição de voo sobre a camada de nuvens desencadeou o disparo da rotação do rotor principal, provocou desconforto na tripulação e possíveis danos aos componentes de controle do passo coletivo do rotor principal, verificou-se que houve um julgamento inadequado do PIC quanto às possíveis consequências de colocar o helicóptero em uma atitude de voo incomum, assim como de sua capacidade de gerenciar todos os parâmetros da aeronave durante a manobra realizada para retomar condições de voo visual.

A decisão de prosseguir na rota sem as referências visuais previstas para o voo VFR, assim como a realização de uma manobra abrupta sem prévia coordenação, caracterizaram ações que refletiam dificuldades na forma de pensar, sentir e reagir naquela situação específica e revelaram posturas inadequadas como autoritarismo, excesso de confiança, impulsividade.

A informação de que foi desconsiderada a sugestão de realizar um pouso para a verificação da aeronave após a retomada de uma condição normal de voo também indicou a adoção de uma atitude complacente diante das alterações observadas em relação aos comandos de voo, o que poderia agravar as consequências deste incidente.

É possível que, por possuir mais de 13 anos de experiência na aviação e estar habituado a operar voos naquela rota, o PIC tenha optado por prosseguir com o voo, corroborando a adoção de uma atitude de excesso de autoconfiança em seu desempenho.

A tomada de decisões de forma unilateral sem qualquer coordenação prévia demonstrou uma ineficiência no aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para a operação da aeronave, caracterizada pela ausência de uma comunicação efetiva e necessária ao gerenciamento adequado das tarefas afetas a cada tripulante, o que poderia auxiliar no controle da rotação do rotor principal e evitar os danos decorrentes da manobra executada.

Esse fato, além de indicar fragilidades na análise da situação, evidenciou a inobservância de princípios de *Crew Resource Management* (CRM - gerenciamento de recursos de tripulação), cuja aplicação propiciariam uma melhor qualidade ao processo decisório e permitiriam a avaliação de alternativas mais adequadas para se gerenciar a condição vivenciada.

Devido ao fato de a missão ser em prol de ações de combate à pandemia de COVID-19, é possível que houvesse uma elevada motivação para completar o voo.

Dessa forma, essa motivação pode ter colaborado para a decisão de se aceitar riscos adicionais e prosseguir sob condições meteorológicas adversas em detrimento da opção mais conservativa que seria a de retornar a SBBE cumprindo os parâmetros para o voo visual.

Os reportes de que a transposição de camadas de nuvens por cima era comum nas operações do Grupamento, fator que poderia influenciar os pilotos a aceitarem condições operacionais inseguras, sugeriu que, no cumprimento das missões de segurança pública, as operações do Grupamento, costumeiramente, deixavam de atender a requisitos e procedimentos destinados a garantir a segurança dos voos, o que sugeriu uma fragilidade na cultura do grupo, particularmente no que concerne ao enfrentamento de condições meteorológicas adversas.

A possível existência dessa cultura no grupo de trabalho poderia estar relacionada a uma inadequada supervisão, por parte do GRAESP/PA, das atividades de execução no âmbito operacional.

Por fim, a condução do voo sob condições IMC por um piloto sem habilitação IFR em uma aeronave não certificada para esse tipo de operação resultou em riscos adicionais em virtude de dificuldades para a manutenção de um controle adequado do equipamento.

Sob tais condições, é comum a ocorrência de desorientação espacial, aplicação inadequada dos comandos de voo e/ou extrapolação de limites, o que pode ser mitigado por meio da adesão às normas e requisitos aplicáveis ao voo conduzido.

### 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 a Turbina (HMNT) válidas. Eles não possuíam habilitação de Voo por Instrumentos - Helicóptero (IFRH);
- c) os pilotos estavam qualificados e possuíam experiência para a realização do 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) durante o transcorrer do voo, a tripulação encontrou uma área onde havia formações meteorológicas esparsas, com base a 700 ft de altura;
- h) sob orientação do PIC, o SIC passou a voar acima dessas nuvens;
- i) depois de algum tempo voando nessas condições, as referências com o solo ficaram mais escassas;
- j) em um dado momento, o PIC assumiu os comandos e decidiu descer e transpor a camada de nuvens;
- k) durante essa descida, foi iniciada uma curva pela direita, as referências visuais foram perdidas, a velocidade diminuiu, a rotação do rotor principal atingiu 493 RPM, a aeronave apresentou vibração elevada e o ELT foi acionado automaticamente;
- l) após sair da camada de nuvens, a aeronave estava com uma atitude muito picada;
- m) foi relatado que, após o disparo da NR e a estabilização do voo, a posição do comando coletivo da aeronave ficou, visivelmente, alterada para uma mesma condição de voo;
- n) o helicóptero prosseguiu para o pouso no local de destino;
- o) a aeronave teve danos leves; e
- p) os tripulantes e o passageiro saíram ilesos.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos - contribuiu.**

Considerando os relatos sobre a dinâmica do voo no momento em que ocorreu o disparo do rotor principal, concluiu-se que, ao colocar a aeronave abruptamente em trajetória descendente em curva, com o comando coletivo embaixo e, na sequência, realizar um *flare* para reestabelecer o voo nivelado, foram criadas condições que favoreceram a ocorrência de sobrevelocidade no rotor principal, o que caracterizou a inadequada aplicação dos comandos de voo como um fator contribuinte para este incidente.

- **Atitude - contribuiu.**

A decisão de prosseguir na rota sem as referências visuais previstas para o voo VFR, assim como a realização de uma manobra abrupta sem prévia coordenação, caracterizaram



ações que refletiam dificuldades na forma de pensar, sentir e reagir naquela situação específica e levaram a posturas inadequadas como autoritarismo, excesso de confiança, impulsividade e inobservância com operações que comprometeram a segurança do voo.

A informação de que teria sido desconsiderada a sugestão de realizar um pouso para a verificação da aeronave após a retomada de uma condição normal de voo também indicou a adoção de uma atitude complacente diante das alterações observadas em relação aos comandos de voo, o que poderia agravar as consequências deste incidente.

- **Condições meteorológicas adversas - indeterminado.**

As pesquisas realizadas nos bancos de dados de informações meteorológicas, que mostraram a existência de coberturas de nuvens obstruindo entre 5 e 7 oitavos do céu, assim como os relatos dos tripulantes de que a manutenção do contato visual com o solo foi se restringindo à medida que o voo prosseguia, indicam que o voo sob VFR, conforme os requisitos da ICA 100-4, poderia não ser praticável naquela região.

- **Coordenação de cabine - contribuiu.**

A tomada de decisões de forma unilateral sem coordenação prévia demonstrou uma ineficiência no aproveitamento dos recursos humanos disponíveis para a operação da aeronave, caracterizada pela ausência de uma comunicação efetiva e necessária ao gerenciamento adequado das tarefas afetas a cada tripulante, o que poderia auxiliar no controle da rotação do rotor principal e evitar os danos decorrentes da manobra executada.

- **Cultura do grupo de trabalho - indeterminado.**

Os reportes de que a transposição de camadas de nuvens por cima era comum nas operações do Grupamento, fator que poderia influenciar os pilotos a aceitarem condições operacionais inseguras, sugeriu que, no cumprimento das missões de segurança pública, as operações dessa organização, costumeiramente, deixavam de atender a requisitos e procedimentos destinados a garantir a segurança dos voos, o que poderia estar relacionado a uma fragilidade na cultura do grupo, particularmente no que concerne ao enfrentamento de condições meteorológicas adversas.

- **Julgamento de pilotagem - contribuiu.**

Considerando que a manobra executada para sair da condição de voo sobre a camada de nuvens desencadeou o disparo da rotação do rotor principal, provocou desconforto na tripulação e danos aos componentes do conjunto rotativo do rotor principal, verificou-se que houve um julgamento inadequado do comandante quanto às possíveis consequências de colocar o helicóptero em uma atitude de voo incomum, assim como de sua capacidade de gerenciar todos os parâmetros da aeronave durante a manobra realizada para retomar condições de voo visual.

- **Motivação - indeterminado.**

Devido ao fato de a missão ser em prol de ações de combate à pandemia de COVID-19, é possível que houvesse uma elevada motivação para completar o voo.

Essa motivação pode ter colaborado para a decisão de se aceitar riscos adicionais e prosseguir sob condições meteorológicas adversas, em detrimento da opção mais conservativa que seria a de retornar a SBBE cumprindo os parâmetros para o voo visual.

- **Processo decisório - contribuiu.**

A tomada de decisões de forma unilateral, sem coordenação prévia, além de indicar fragilidades na análise da situação, evidenciou a inobservância de princípios de CRM, cuja aplicação propiciariam uma melhor qualidade ao processo decisório e permitiriam a avaliação de alternativas mais adequadas para se gerenciar a condição vivenciada.

- **Supervisão gerencial - indeterminado.**

A possível existência da cultura no grupo de trabalho de transpor camadas de nuvens por cima poderia estar relacionada a uma inadequada supervisão, por parte do GRAESP/PA, das atividades de execução no âmbito operacional.

#### **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”.*

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

**IG-063/CENIPA/2020 - 01**

**Emitida em: 15/08/2023**

Atuar junto ao Grupamento Aéreo de Segurança Pública do Estado do Pará (GRAESP/PA), no sentido de que aquele operador demonstre que os seus mecanismos de supervisão gerencial asseguram a fiel observância de práticas essenciais à manutenção de um nível adequado da segurança operacional, particularmente no que concerne ao cumprimento das regras do voo visual e à aplicação dos princípios de *Crew Resource Management* (CRM).

**A-063/CENIPA/2020 - 02**

**Emitida em: 15/08/2023**

Atuar junto ao Grupamento Aéreo de Segurança Pública do Estado do Pará (GRAESP/PA), a fim de que aquele operador demonstre que o seu Programa de Treinamento Operacional (PTO) atende aos requisitos estabelecidos no RBAC 90 em vigor.

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

Foi realizada uma palestra no GRAESP/PA abordando operações aéreas em condições IMC e entrada inadvertida em IMC.

Em, 15 de agosto de 2023.