

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**A - 131/CENIPA/2013**

<b>OCORRÊNCIA:</b>	<b>ACIDENTE</b>
<b>AERONAVE:</b>	<b>PR-OKK</b>
<b>MODELO:</b>	<b>BE58</b>
<b>DATA:</b>	<b>16JUL2013</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 não recorre a quaisquer procedimentos de prova para apuração de responsabilidade no âmbito administrativo, civil ou criminal; estando em conformidade com o item 3.1 do “attachment E” do Anexo 13 “legal guidance for the protection of information from safety data collection and processing systems” 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 acidente aeronáutico ocorrido com a aeronave PR-OKK, modelo BE-58, ocorrido em 16JUL2013, classificado como perda de controle no solo.

Durante a corrida de decolagem, o piloto perdeu o controle da aeronave e saiu da pista, chocando-se contra um declive acentuado.

A aeronave explodiu após o impacto final, incendiando-se por completo.

O piloto e cinco passageiros faleceram.

Houve a designação de representante acreditado do NTSB (*National Transportation Safety Board*).



## 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.....	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.....	7
1.9. Comunicações.....	7
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.....	8
1.13.1. Aspectos médicos.....	8
1.13.2. Informações ergonômicas.....	8
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.....	10
1.18. Informações operacionais.....	10
1.19. Informações adicionais.....	12
1.20. Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação.....	16
<b>2. ANÁLISE.....</b>	<b>16</b>
<b>3. CONCLUSÃO.....</b>	<b>20</b>
3.1. Fatos.....	20
3.2. Fatores contribuintes.....	20
<b>4. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA .....</b>	<b>21</b>
<b>5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA.....</b>	<b>22</b>

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CA	Certificado de Aeronavegabilidade
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de Gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CMA	Certificado Médico Aeronáutico
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
IAM	Inspeção anual de manutenção
ICA	Instrução do Comando da Aeronáutica
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
IML	Instituto Médico Legal
MLTE	Multimotor Terrestre
MNTE	Monomotor Terrestre
PLA	Piloto de Linha Aérea - Avião
PMD	Peso Máximo de Decolagem
PPR	Piloto Privado - Avião
RAB	Registro Aeronáutico Brasileiro
SBEG	Indicativo de Localidade – Aeródromo de Eduardo Gomes
SERIPA	Serviço Regional de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SWYN	Indicativo de Localidade – Aeródromo de Flores
TWR	Torre
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
VFR	<i>Visual Flight Rules</i>
VMCA	Velocidade Mínima de Controle da Aeronave

## 1. INFORMAÇÕES FACTUAIS.

<b>Aeronave</b>	<b>Modelo:</b> BE58 <b>Matrícula:</b> PR-OKK <b>Fabricante:</b> Raytheon Aircraft	<b>Operador:</b> Constr.e Transport. Pioneiro Ltda.
<b>Ocorrência</b>	<b>Data/hora:</b> 16JUL2013 / 10:22 (UTC) <b>Local:</b> Aeródromo Eduardo Gomes <b>Lat.</b> 03°02'09"S <b>Long.</b> 060°03'08"W <b>Município – UF:</b> Manaus - AM	<b>Tipo(s):</b> Perda de controle no solo

### 1.1. Histórico do voo.

A aeronave iniciou a decolagem do Aeródromo de Eduardo Gomes (SBEG), município de Manaus, AM, para o Aeródromo de Prainha (SWYN), no município de Apuí, AM, às 10h22min, com um piloto e cinco passageiros a bordo, para um voo de transporte.

Durante a corrida de decolagem, a aeronave saiu pela lateral esquerda da pista, percorrendo aproximadamente 690 metros numa trajetória 30° defasada em relação ao eixo de decolagem, chocando-se contra um declive ao lado da taxiway alfa.

A aeronave explodiu após o impacto e incendiou-se por completa.

O piloto e dois ocupantes faleceram no local e outros três passageiros faleceram no hospital, alguns dias depois, em decorrência de lesões por queimaduras.

### 1.2. Lesões às pessoas.

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	1	5	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	-	-	-

### 1.3. Danos à aeronave.

A aeronave ficou totalmente destruída devido ao impacto seguido de explosão e fogo, o qual consumiu fuselagem, asas e demais componentes.

### 1.4. Outros danos.

Pequenas avarias na cerca operacional do aeroporto.

### 1.5. Informações acerca do pessoal envolvido.

#### 1.5.1. Experiência de voo dos tripulantes.

Horas Voadas	
Discriminação	Piloto
Totais	4.351:30
Totais, nos últimos 30 dias	77:25
Totais, nas últimas 24 horas	00:00
Neste tipo de aeronave	597:45
Neste tipo, nos últimos 30 dias	35:50
Neste tipo, nas últimas 24 horas	00:00

**Obs.:** Os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pelo operador

### **1.5.2. Formação.**

O piloto realizou o curso de Piloto Privado – Avião (PPR) no Aero clube do Paraná, em 1989.

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

O piloto possuía a licença de Piloto de Linha Aérea – Avião (PLA) e estava com as habilitações técnicas de aeronave tipo E110, Multimotor Terrestre (MLTE), Monomotor Terrestre (MNTE) e voo por instrumentos (IFR) válidos.

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

O piloto estava qualificado e possuía experiência no tipo de voo.

### **1.5.5. Validade da inspeção de saúde.**

O piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido.

### **1.6. Informações acerca da aeronave.**

A aeronave, de número de série TH-660, foi fabricada pela Raytheon Aircraft, em 1975.

O Certificado de Aeronavegabilidade (CA) estava válido.

As cadernetas de célula, motores e hélices estavam com as escriturações atualizadas.

A última inspeção da aeronave, do tipo “50 horas”, foi realizada em 10JUN2013 por mecânico de manutenção da própria empresa, estando com 32 horas voadas após a inspeção.

A última revisão da aeronave, do tipo “IAM/100 horas”, foi realizada em 29JAN2013 por oficina homologada pela ANAC, estando com 82 horas voadas após a revisão.

### **1.7. Informações meteorológicas.**

As condições eram favoráveis ao voo visual, com vento calmo.

### **1.8. Auxílios à navegação.**

Nada a relatar.

### **1.9. Comunicações.**

A transcrição do áudio da Torre do Aeroporto Eduardo Gomes (TWR-EG) evidenciou que a aeronave PR-OKK foi autorizada a iniciar a decolagem cerca de 58 segundos após o pouso da aeronave da TAM 3747 (A320), a qual, conforme o item 3.22.2 da ICA 100-37 – Serviços de Tráfego Aéreo, pertence à categoria MÉDIA (aeronaves com peso de decolagem superior a 7.000Kg e inferior a 136.000Kg).

Nenhum alerta foi transmitido por parte do órgão de controle acerca da possibilidade da existência de esteira de turbulência durante a decolagem de uma aeronave LEVE seguida de um pouso de uma aeronave MÉDIA.

De acordo com a ICA 100-37, item 3.23.3.2.2, o órgão ATC deverá emitir um aviso sobre possível esteira de turbulência, com respeito aos voos especificados em 3.23.3.2.1 da mesma instrução, bem como quando, por outros motivos, for julgado necessário. O piloto em comando da aeronave em questão deverá ter a responsabilidade de assegurar que é aceitável a separação de uma aeronave precedente que seja de uma categoria mais pesada de esteira de turbulência. Se for determinada a necessidade de separação adicional, a tripulação de voo deverá informar ao órgão ATC, declarando suas necessidades.

### 1.10. Informações acerca do aeródromo.

O aeródromo era público, administrado pela INFRAERO e opera VFR (voo visual) e IFR (voo por instrumentos), em período diurno e noturno.

A pista era de asfalto, com cabeceiras 10/28, dimensões de 2.700m x 45m, com elevação de 264 pés.

### 1.11. Gravadores de voo.

Não requeridos e não instalados.

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

O acidente ocorreu na lateral da *taxiway alfa*, numa área de declive acentuado, com desnível de cerca de 10 metros em relação à *taxiway*. Nesta área existia vegetação com árvores de pequeno a médio porte.



Figura 1 – Local do impacto da aeronave (após *taxiway alfa*).

A aeronave impactou primeiramente contra o topo das árvores, onde houve o rompimento do eixo e o desprendimento da hélice do motor direito. Na sequência a aeronave colidiu em atitude picada contra o solo, a uma velocidade aproximada de 65kt, conforme dados fornecidos pelo transponder do equipamento aos órgãos de controle.

Não houve desprendimento de nenhuma parte da aeronave antes do primeiro impacto e os destroços ficaram concentrados.

### 1.13. Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.

#### 1.13.1. Aspectos médicos.

Não foi possível a realização de quaisquer exames posteriores ao acidente no corpo do piloto pelo Instituto Médico Legal (IML) devido ao estado deste.

Nenhuma evidência de natureza médica foi encontrada associada com o acidente, de acordo com o histórico de inspeções de saúde recente do piloto.

#### 1.13.2. Informações ergonômicas.

Nada a relatar.



### **1.13.3. Aspectos Psicológicos.**

#### Informações individuais

Na época do acidente, o piloto estava trabalhando como comandante em uma empresa de táxi-aéreo e também atuava como *freelancer* para uma empreiteira, a qual também pertencia ao proprietário do táxi-aéreo. Foi contratado inicialmente como copiloto, assumindo, posteriormente, a função de comandante. No dia do acidente, estava pilotando o avião particular do dono das empresas.

Seus colegas de profissão o consideravam uma pessoa ansiosa e, às vezes, de difícil convivência. No trabalho, demonstrava sentir-se inseguro devido às instabilidades de funcionamento que a empresa manifestava no período.

#### Informações psicossociais

De acordo com os entrevistados, o piloto mantinha poucas amizades, tanto dentro quanto fora desse ambiente.

Alguns amigos do piloto informaram que, algum tempo antes do acidente, ele havia passado por problemas pessoais e vinha queixando-se de sua rotina de trabalho. Havia manifestado, inclusive, vontade de deixar o trabalho e voltar para a sua cidade natal.

### **1.14. Informações acerca de fogo.**

O fogo teve início logo após o choque da aeronave contra o solo, conforme as imagens gravadas pelas câmeras de segurança do aeroporto.

Apenas parte da cauda da aeronave não queimou, sendo que o restante foi completamente consumido pelo fogo.

A fonte de ignição pode ter sido as partes quentes do motor ou o atrito da aeronave contra o solo.

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

Três passageiros que ocupavam os assentos traseiros abandonaram a aeronave com várias queimaduras pelo corpo e foram atendidos pelo Corpo de Bombeiros do Aeródromo.

Como não foi possível entrevistá-los enquanto estavam hospitalizados, a Comissão de Investigação não obteve informações de como ocorreu o abandono. Posteriormente, esses três passageiros vieram a falecer em decorrência das lesões.

O piloto e dois passageiros faleceram no local.

### **1.16. Exames, testes e pesquisas.**

Em razão de o incêndio ter consumido praticamente toda a aeronave, durante a Ação Inicial não foi possível encontrar evidências que indicassem falha mecânica ou mau funcionamento de algum sistema da aeronave.

A pesquisa concentrou-se nos exames das hélices e motores da aeronave, bem como no que restou da documentação técnica do equipamento junto ao operador.

A pesquisa apontou que a manutenção estava atualizada e as cadernetas estavam com suas escriturações atualizadas.

As hélices do motor direito e esquerdo e ambos os motores foram desmontados em oficina homologada pela ANAC, com o acompanhamento dos investigadores, e os resultados apontaram que todos os itens que compunham os conjuntos estavam íntegros e funcionais, indicando assim que não houve nenhum tipo de falha destes componentes no momento do acidente e estavam operando normalmente.

Para a realização desses exames, além do Engenheiro do Departamento de Ciências e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), foi convidado o representante do fabricante do motor no Brasil, o qual compareceu e acompanhou a abertura dos motores.

O Relatório Técnico de Investigação confeccionado pelo DCTA apontou que ambos os motores estavam operacionais no momento do acidente e nenhum de seus componentes e acessórios apresentaram quaisquer anormalidades ou discrepâncias.

No entanto, ficou evidente que o motor direito desenvolvia potência no instante da colisão, enquanto o motor esquerdo apresentou evidências de que estava em rotação, mas, aparentemente sem potência.

As evidências quanto ao funcionamento dos motores foram obtidas por meio da análise das marcas deixadas nas hélices direita e esquerda. A hélice direita apresentou dobramentos da ponta das pás voltadas para frente, enquanto a hélice esquerda apresentou duas pás com dobramentos para trás e riscos transversais leves no bordo de ataque da terceira pá.

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

No avião que se acidentou o piloto fazia voos como *freelancer*. O mecânico dessa aeronave também era funcionário da empresa de transporte.

A empresa de transporte de passageiros enfrentava certas dificuldades e sua certificação para operar encontrava-se suspensa por problemas na área operacional. Esse táxi-aéreo prestava serviços para uma empresa da área de petróleo que também estava passando por dificuldades em virtude de ocorrências aeronáuticas anteriores, ficando sem utilizar o modal aéreo existente.

Essa situação estava gerando um clima de instabilidade e insegurança na empresa aérea, uma vez que os funcionários não sabiam se iriam continuar com seus empregos.

Na empresa, verificou-se que o piloto não havia realizado cursos e aprimoramentos técnicos recentemente.

Não havia um sistema formal utilizado pela organização para recrutar, selecionar, acompanhar e avaliar o desempenho dos profissionais, bem como não havia acompanhamento dos funcionários, com reuniões e treinamentos operacionais.

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

A aeronave estava acima dos limites de peso e do centro de gravidade (CG) especificados pelo fabricante.

A decolagem estava prevista para ocorrer por volta das 10h30min (UTC), 6h30min (horário local), o que resultou em uma necessidade de chegada do piloto pelo menos às 5h30min (horário local), para a realização dos itens de pré-voo, abastecimento da aeronave e confecção do plano de voo.

A meteorologia era favorável à realização do voo visual, com vento calmo e sem formações na localidade ou em rota.

A aeronave foi abastecida com 398 litros de combustível, totalizando 480 litros, o que correspondia a aproximadamente 4 horas e 30min de autonomia. O peso total foi estimado 2.563Kg, portanto, cerca de 114 kg acima do peso máximo de decolagem de 2.449Kg.

O início do táxi da aeronave em direção à cabeceira 10 da pista do Aeródromo Eduardo Gomes (SBEG) ocorreu por volta das 10h15min (UTC) e as comunicações entre o piloto e a torre não apresentaram anormalidades.

Ao reportar o ponto de espera, o comandante foi orientado a manter o posicionamento, aguardando o pouso de uma aeronave A320 que estava em aproximação para pouso.

Logo após o pouso do A320, o qual ocorreu depois da faixa dos 600 metros da pista, às 10h21min15seg (UTC), o comandante da aeronave PR-OKK solicitou o ingresso na pista em uso, sendo autorizado a alinhar e manter a posição na cabeceira da pista 10.

A torre de controle, ao verificar visualmente a liberação da pista pela aeronave que acabara de pousar, autorizou o PR-OKK a iniciar a decolagem, a qual ocorreu exatamente às 10h22min25seg (UTC), sem qualquer informação adicional.

A corrida de decolagem ocorreu sem nenhuma alteração até cerca de 450 metros da pista em uso, no entanto, a partir desse ponto, com velocidade em torno de 60kt, a aeronave mudou abruptamente a direção para a esquerda, defasando cerca de 30° em relação à proa de decolagem.

Com a proa defasada, a aeronave começou a flutuar sobre o solo e acelerar até a velocidade final de aproximadamente 65kt, deixando marcas do trem de pouso de forma intermitente no solo.

A aeronave saiu pela lateral esquerda da pista em uso e cruzou a área de separação entre a pista em uso e a *taxiway alfa*. Ao atingir o limite lateral da *taxiway alfa*, a aeronave colidiu de forma brusca contra o solo, subiu e iniciou o primeiro impacto com a copa das árvores que estavam em um declive existente ao lado do campo, com cerca de 10 metros de altura.

O primeiro impacto ocasionou o desprendimento da hélice do motor direito e o impacto final da aeronave contra o solo ocorreu em uma atitude picada ao final do declive.

Todo o processo, do início da corrida de decolagem até o momento do impacto final da aeronave, durou cerca de 40 segundos.

A distância percorrida pela aeronave, após a perda da reta de decolagem até o impacto final, foi de 693 metros, em um tempo de 18 segundos.

Segundo os bombeiros, os quais chegaram ao local da ocorrência com cerca de 2 minutos transcorridos após o impacto, quatro ocupantes conseguiram abandonar a aeronave em chamas.

A torre de controle foi informada do acidente por outra aeronave que estava no ponto de espera durante a decolagem da aeronave acidentada.

O aeródromo permaneceu interdito por algumas horas até a realização da Ação Inicial do SERIPA VII e liberação da INFRAERO.

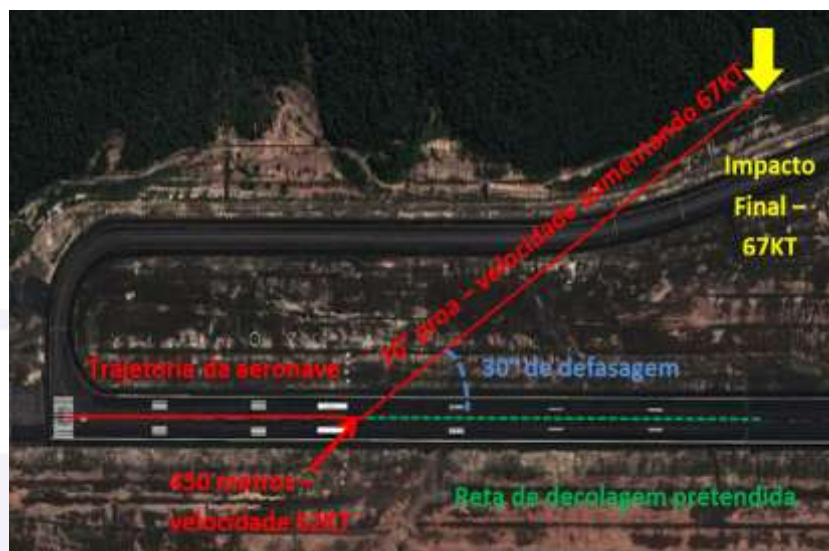


Figura 2 – Trajetória da aeronave até o Impacto Final.

### 1.19. Informações adicionais.

#### Esteira de turbulência

Todas as aeronaves produzem esteira de turbulência (*wake turbulence*), chamada mais corretamente de vórtices nas pontas das asas (*wingtip vortices*) ou esteira de vórtices (*wake vortices*). Os vórtices são formados em qualquer superfície aerodinâmica (aerofólio) que produza sustentação. A sustentação é gerada pela criação de um diferencial de pressão ao longo da superfície das asas. A menor pressão ocorre ao longo da superfície superior da asa e a pressão mais alta é formada sob a asa. O escoamento do ar sempre se movimenta para a área de baixa pressão. Isso faz com que ele se desloque sobre a asa, da parte interna para a ponta da asa, gerando vórtices de fuga na ponta das mesmas.

O mesmo diferencial de pressão faz com que o escoamento do ar se mova sobre a asa no sentido inverso aos vórtices de fuga, da ponta da asa para o interior, formando pequenos vórtices no bordo de fuga da superfície, chamados vórtices de contorno. Visto de trás, os vórtices formados na ponta da asa esquerda giram no sentido horário e os vórtices formados na ponta da asa direita giram no sentido anti-horário, conforme figura abaixo.

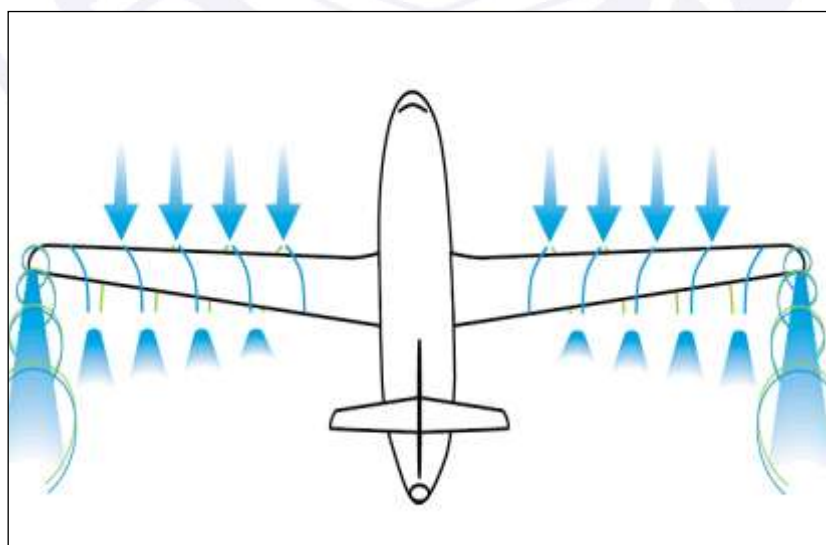


Figura 3 – Vórtices originados nas superfícies das asas de uma aeronave.  
Fonte – Civil Aviation Authority of New Zealand – Good Aviation Practice (GAP).

### Caraterísticas da esteira de turbulência (vórtices)

Devido ao fato de não existir nenhuma forma técnica de visualização de uma esteira de turbulência originada pelas aeronaves, é importante entender as suas características físicas, de modo a possibilitar a antecipação mental acerca das potenciais zonas de encontro.

As principais características da esteira de turbulência são:

- Razão de Descida: 300 a 500 pés/min;
- Estabilização de 500 a 900 metros abaixo da aeronave que originou a esteira;
- Movimento lateral de 5KT, ao atingir o solo.

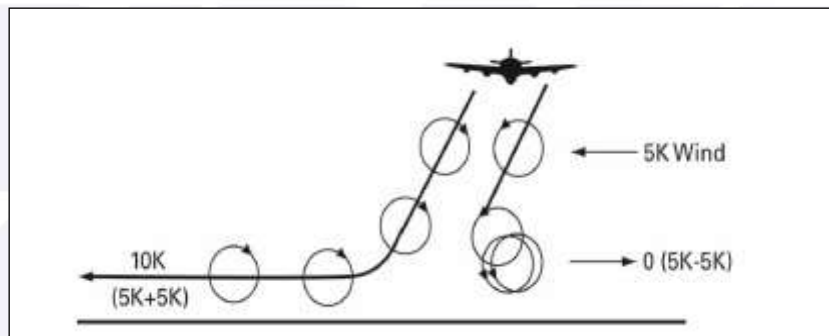


Figura 4 – Deslocamento dos vórtices em vento calmo, visão por trás da aeronave geradora.

Tempo de duração:

- Cerca de 30 segundos, com uma velocidade de vento entre 5 e 10kt;
- Até 85 segundos quando a velocidade do vento for inferior a 5kt;
- Acima de 100 segundos sem intensidade de vento.

### Fatores que aumentam o surgimento da esteira de turbulência

Os seguintes fatores aumentam a probabilidade de uma esteira de turbulência:

- Aeronave pesada, com baixa velocidade e lisa (sem trem de pouso e flapes);
- Pistas paralelas ou cruzadas;
- Condições Meteorológicas Visuais (VMC), em função da redução da separação entre aeronaves durante abordagens visuais;
- Vento de través de 3 a 10kt ou vento de cauda;
- Atmosfera estável, inversão de temperatura (ao nascer do sol, por exemplo);
- Terreno circundante plano;
- Durante a aproximação final, um vento de cauda pode trazer vórtices de volta para a trajetória de descida.

### Categoria de aeronaves segundo a esteira de turbulência

Conforme estabelecido pela ICA 100-37 – Serviço de Tráfego Aéreo, no item 3.22.1:

“Os mínimos de separação da esteira de turbulência serão baseados no agrupamento dos tipos de aeronaves em três categorias de acordo com o peso máximo de decolagem certificado”.

As três categorias para uso (ITEM 9) do formulário de Plano de Voo são:

- PESADA (H) - todos os tipos de aeronaves de peso máximo de decolagem de 136.000kg (300.000 libras) ou mais;
- MÉDIA (M) - tipos de aeronaves de peso máximo de decolagem inferior a 136.000kg (300.000 libras) e superior a 7.000kg (15.500 libras); e
- LEVE (L) - tipos de aeronaves de peso máximo de decolagem de 7000 kg (15.500 libras) ou menos.

Mantendo-se o escopo e a legislação supracitada, a ICA 100-37 estabelece ainda, o mínimo de separação com relação à esteira de turbulência, levando-se em consideração as três categorias de aeronaves, PESADA (H), MÉDIA (M) e LEVE (L).

Basicamente a legislação preconiza os intervalos de tempo para pousos e decolagens das aeronaves subsequentes a outras. Mais especificamente e direcionado à ocorrência, o item 3.23.3.2.6, descreve a necessidade de ser aplicada uma separação mínima de 2 minutos entre uma aeronave LEVE e uma aeronave MÉDIA ao operarem em uma pista com a cabeceira de aterrissagem deslocada quando:

- a) uma aeronave LEVE ou MÉDIA partindo, seguir uma aeronave PESADA chegando; e uma aeronave LEVE partindo, seguir uma aeronave MÉDIA chegando;

No DOC 4444 – ATM/501- *Air Traffic Management* da *Internacional Civil Aviation Organization* (ICAO), no item 5.8.4, também fica estabelecida a mesma separação mínima contida no item 3.23.3.2.6, tratando-se este último, de uma tradução exata do conteúdo estipulado pela ICAO.

#### Aeronave Airbus 320 (A320)

Tratava-se de uma aeronave de médio porte fabricada pela *Airbus*, com Peso Máximo de Decolagem (PMD) de 77.000Kg.

#### Aeronave BE58

O Baron 58 é uma aeronave bimotora de pequeno porte, desenvolvida originalmente pela *Beech Aircraft Corporation* e posteriormente produzida pela *Beechcraft Raytheon Aircraft*. O Baron é uma variação do *Beechcraft Bonanza* e foi introduzido pela primeira vez em 1961. Possui um Peso Máximo de Decolagem de 2.449Kg, com capacidade de transportar cinco passageiros. As hélices desse modelo giram para o mesmo lado, ambas no sentido horário para quem olha de dentro da cabine. Isso torna o motor esquerdo como crítico.

Pilotos que voaram este modelo de aeronave reportaram, em entrevistas informais, que a perda de potência do motor esquerdo durante uma decolagem requer proficiência na execução dos procedimentos de emergência do piloto em comando, principalmente na utilização dos pedais e compensador do leme de direção.

#### Motor crítico de aeronaves bimotoras.

A figura abaixo demonstra duas situações que objetivam analisar a relação dos ângulos de ataque das pás de uma hélice, relacionando o segmento de movimento de descida com o de subida de uma pá.

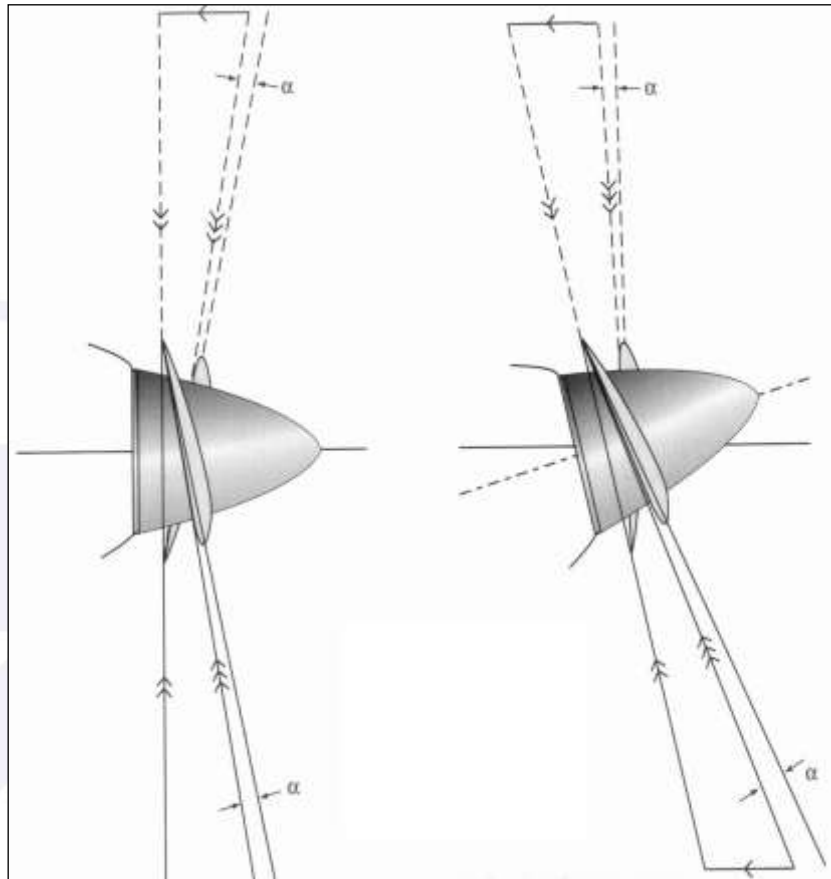


Figura 5 – diferença no ângulo de ataque das pás.

Na esquerda observa-se uma aeronave num ângulo de ataque igual a zero e o ângulo de ataque da "pá que sobe" se igualando ao ângulo de ataque da "pá que desce".

Na figura da direita, em ângulos de ataque elevados, o ângulo de ataque da "pá que desce" é aproximadamente o dobro do ângulo da "pá que sobe".

Conclui-se que quando uma aeronave apresenta ângulos de ataque maiores, o momento de maior tração numa hélice vai ocorrer quando a pá estiver executando o movimento de descida.

Abaixo verifica-se que uma aeronave num ângulo de ataque igual a zero a tração é idêntica tanto no momento de subida como no de descida da pá da hélice.

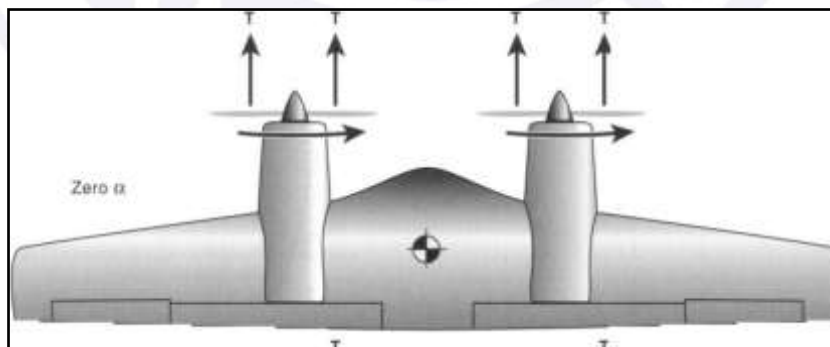


Figura 6 – motores com tração idêntica – ângulo de ataque 0 graus.

Verifica-se que num ângulo de ataque maior que zero, uma eventual falha do motor esquerdo será a situação mais crítica para o piloto, pois a tração do motor direito será aplicada num braço bem maior em relação ao centro de gravidade da aeronave.

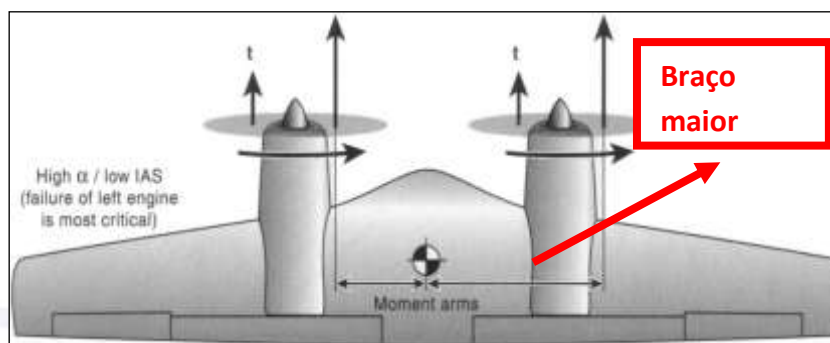


Figura 7 – Maior tração no motor da direita – ângulo de ataque positivo.

Então o motor esquerdo é o crítico nesta aeronave, ou seja, aquele que cuja falha numa situação de baixa velocidade e elevado ângulo de ataque (como na decolagem), implicará numa maior amplitude de comandos para compensar o voo monomotor.

Com o intuito de evitar tal problema, foram criados motores contrarrotativos (Figura 8) que eliminam o problema de ter que operar com uma aeronave com motores críticos. Assim, aeronaves com motores contrarrotativos não possuem motor crítico.

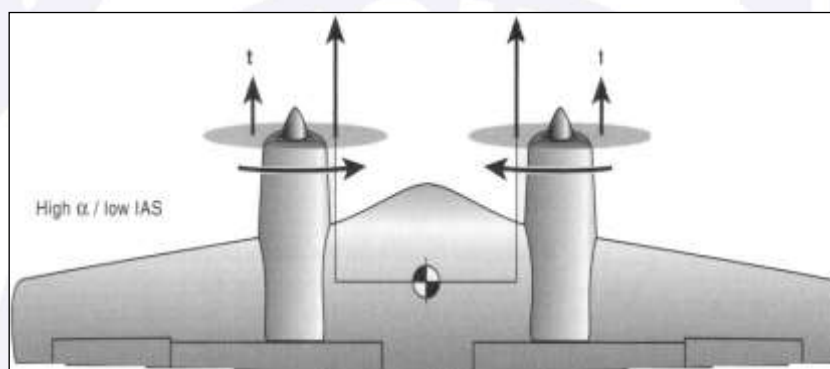


Figura 8 – trações idênticas em motores contra rotativos

O conceito acima apresentado serve apenas para as aeronaves certificadas pelo RBHA23. Para aeronaves a jato existem outros conceitos que devem ser considerados para determinar se existe ou não motor crítico.

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

Não houve.

## 2. ANÁLISE.

No tocante ao planejamento do voo, verificou-se que o peso da aeronave não foi corretamente observado. O combustível total disponível na aeronave, antes do voo, era de 480 litros, o que correspondia a um peso de 345,6Kg de gasolina de aviação, sendo que essa quantidade era maior do que a quantidade necessária para a realização do voo.

Devido à indisponibilidade do formulário de peso e balanceamento do equipamento, o qual se perdeu no acidente, o peso dos passageiros, do piloto e da bagagem, somados ao peso básico da aeronave, foram estimados em 2.563,6Kg.

O Peso Máximo de Decolagem (PMD) estipulado para a aeronave no manual de operação e conforme o Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB) do equipamento era de 2.449Kg. Portanto, foi identificado um excesso de peso em torno de 114,6Kg o que, em uma possível falha de motor durante a decolagem, poderia influenciar na capacidade do piloto em manter a Velocidade Mínima de Controle da Aeronave (VMCA) e o desempenho geral desta.



A partir da análise das gravações realizadas entre a aeronave e a torre de controle, percebeu-se que o piloto mantinha um tom sereno na fonia, denotando segurança e calma nos procedimentos pré-voo.

Ao atingir o ponto de espera da cabeira de 10, a torre de controle orientou o piloto do PR-OKK a manter a posição, em função de uma aproximação final de uma aeronave Airbus A320.

A aeronave A320 que realizou o pouso instantes antes da decolagem do BE58 possuía cerca de 77.000Kg de PMD, sendo considerada como categoria MÉDIA, conforme a ICA 100-37 – Serviços de Tráfego Aéreo, a qual classifica dessa forma as aeronaves com PMD entre 7.000Kg e 136.000Kg.

A legislação supracitada previa, ainda, que, utilizando-se cabeceiras deslocadas, há a necessidade de ser respeitado um intervalo de tempo superior a 2 minutos para autorização de decolagens de aeronaves LEVES após o pouso de uma aeronave MÉDIA, no intuito de se minimizar os efeitos de uma possível esteira de turbulência.

Tanto a legislação brasileira quanto a internacional estabeleciam esse limite de tempo somente para operação em cabeceiras deslocadas.

De acordo com a análise dos tempos registrados nas gravações de vídeo da INFRAERO no dia da ocorrência, o piloto da aeronave PR-OKK foi autorizado a decolar com uma defasagem de 1min e 5 segundos após o pouso da aeronave A320.

Em teoria, não houve qualquer violação, tanto por parte do piloto da aeronave quanto do controlador de voo, uma vez que a cabeceira utilizada para pousos e decolagens não estava deslocada.

No entanto, as imagens analisadas mostram que o toque para pouso da aeronave de categoria MÉDIA, ocorreu, por motivos operacionais, na linha de 650 metros da pista em uso, próximo ao final do primeiro terço da pista, situação similar de pouso em uma cabeceira deslocada. É possível que em virtude das condições meteorológicas presentes, vento calmo e alvorecer (inversão de temperatura), os efeitos de uma esteira de turbulência tenham se mantido sobre a pista em uso por mais de 100 segundos, conforme estudos relacionados ao evento.

Tanto o controlador quanto o piloto em comando não consideraram esse possível efeito, o que pode ter se tornado um fator agravante da ocorrência, uma vez que os vórtices da esteira de turbulência deslocam-se lateralmente com velocidade de 5kt ao atingirem o solo, intensificando a tendência de guinada de uma aeronave durante a rotação.

O início da corrida de decolagem, até os 450 metros de pista, foi realizado em linha reta, sem qualquer anormalidade perceptível por meio das imagens fornecidas, no entanto, a partir desse ponto, já com velocidade aproximada de 60kt, a aeronave guinou para a esquerda, defasando cerca de 30° da proa de decolagem. A análise da imagem não permitiu confirmar se houve uma perda de potência do motor esquerdo. Em nenhum momento percebeu-se uma tentativa de frenagem ou retorno à proa inicial, a aeronave apenas se manteve oscilando verticalmente, tocando bruscamente por diversas vezes o solo, aparentemente sem nenhuma tentativa eficaz de retorno ao eixo de decolagem ou frenagem.

A velocidade final do impacto, a despeito dos dados fornecidos pelo transponder, foi calculada tendo por base a distância total percorrida pela aeronave, de 693 metros, em função do tempo de 18 segundos, medido a partir da guinada, o que resultou em uma velocidade média de 75kt.

A velocidade de rotação prevista para o modelo de aeronave da ocorrência era de 90kt, portanto, considerando o cálculo de velocidade média, é possível que essa velocidade não tenha sido atingida.

Duas hipóteses principais ou, até mesmo a combinação delas, podem ser levantadas a partir dessas informações. A primeira hipótese refere-se ao excesso de peso somado a uma possível esteira de turbulência da aeronave antecessora, impedindo que a aeronave atingisse os parâmetros de decolagem. A segunda possibilidade sugere uma possível perda de potência do motor esquerdo, considerado crítico nessa aeronave.

Esse modelo de aeronave possuía o sentido de rotação dos motores para o mesmo lado (ambos anti-horário, olhando-se de frente), o que tornava o motor esquerdo crítico, em caso de uma súbita falha de potência ou disparo de hélice.

Estudos realizados pela *Federal Aviation Administration* (FAA), por meio de um documento chamado *FAA's Accident Prevention Program*, FAA-P-8740-25, AFO-800-1079, previam que, em caso de falha de um dos motores de uma aeronave modelo BE58, a perda de desempenho representaria cerca de 80,7%.

Tomando por base esses estudos e seguindo a hipótese abordada de uma possível falha do motor, a aeronave teria dificuldade em alcançar a velocidade de rotação do equipamento. Tal condição, somada ao peso excedido em 114,6Kg, dá a entender que o piloto em comando não assumiria uma atitude de prosseguir na decolagem e, possivelmente, só o faria caso demonstrasse uma total falta de conhecimento do modelo de aeronave pilotada.

O laudo emitido pelo DCTA acerca da análise efetuada em ambos os motores e nas hélices, deixa claro que os motores não apresentaram qualquer indício de discrepância técnica, no entanto, a verificação das marcas deixadas nas hélices, após o impacto da aeronave contra o solo, deixou evidente que o motor direito apresentava potência máxima, em razão dos dobramentos da ponta das pás para frente, enquanto o motor esquerdo, segundo o mesmo laudo, apresentou características de potência reduzida.

No entanto, mantendo o escopo e uma análise do próprio DCTA, os engenheiros responsáveis pela investigação, sugeriram uma possível dificuldade de interpretação das marcas deixadas nas pás da hélice esquerda, uma vez que, dependendo do momento do impacto inicial do motor esquerdo, o tipo de superfície poderia gerar marcas fora do padrão normalmente visualizadas em ocorrências dessa natureza.

A Comissão de Investigação, baseada em diversos fatores contribuintes presentes nesta ocorrência, não concorda com a hipótese levantada pelo DCTA, levando em consideração que, por meio da análise das imagens captadas em vídeo, fica evidente que o impacto inicial da aeronave e das hélices com a vegetação ocorreu com as asas niveladas. Com isso, os danos diferenciados em relação aos motores sugerem um diferencial de potência entre ambos. O motor direito, em virtude da potência elevada, teve danos mais graves e marcas mais acentuadas, enquanto o motor esquerdo permaneceu em melhores condições, salvo a gravidade da ocorrência, evidenciando uma falha do motor esquerdo no processo de decolagem ao invés de potência reduzida.

Na análise do vídeo do acidente, o piloto não demonstrou qualquer tentativa de retorno à proa de decolagem ou intenção de utilização dos freios, o que faz com que seja possível que o comandante não tenha conseguido identificar uma possível falha do motor esquerdo, bem como não conseguiu aplicar qualquer procedimento no intuito de abortar ou parar a aeronave antes do final da *taxiway alfa*.

Uma falha de motor, neste tipo de aeronave, torna-se crítica, principalmente se o motor afetado for o motor esquerdo e este não for embandeirado de imediato, aumentando o arrasto e criando uma tendência de guinada muito brusca.

Conforme relatos de pilotos experientes, a perda do motor esquerdo durante uma decolagem é fator crítico e requer proficiência na execução dos procedimentos.

A aplicação do pedal para o lado do motor bom deveria ter sido empregado de imediato. Tendo por base o tempo total da perda da reta de decolagem até o momento do impacto ter sido de, aproximadamente, 18 segundos, a reação do piloto não se mostrou efetiva.

A Comissão levantou diversos fatores a respeito do contexto da vida particular do piloto e considera possível que estes tenham influenciado no seu desempenho durante o gerenciamento da condição anormal apresentada.

A sensação de instabilidade do emprego, o incômodo que vinha sentindo oriundo de sua rotina de trabalho, além dos problemas familiares que enfrentava no período que antecedeu o acidente podem ter configurado importantes elementos estressores, suficientes para o rebaixamento dos níveis de alerta e concentração do piloto, comprometendo seu desempenho cognitivo e psicomotor em voo.

Essa falta de ação poderia estar associada a duas possíveis hipóteses: os problemas pessoais vivenciados pelo piloto estariam conduzindo-o a uma preocupação com fatos alheios ao voo em si e dificultando a manutenção do foco nas questões operacionais e/ou a falta de treinamento contínuo na empresa tenham dificultado a sua compreensão frente à emergência e aplicação de ações operacionais adequadas conforme o Manual de Operação da Aeronave.

Apesar de o piloto estar atuando como *freelancer* no voo do acidente, a aeronave era do mesmo proprietário da empresa de táxi-aéreo em que trabalhava. Dessa maneira, se houvesse uma sistemática de acompanhamento dos tripulantes na empresa, as vulnerabilidades e suscetibilidades decorrentes do meio social e do clima de instabilidade nesta, que supostamente estavam afetando o desempenho do tripulante, poderiam ter sido identificadas.

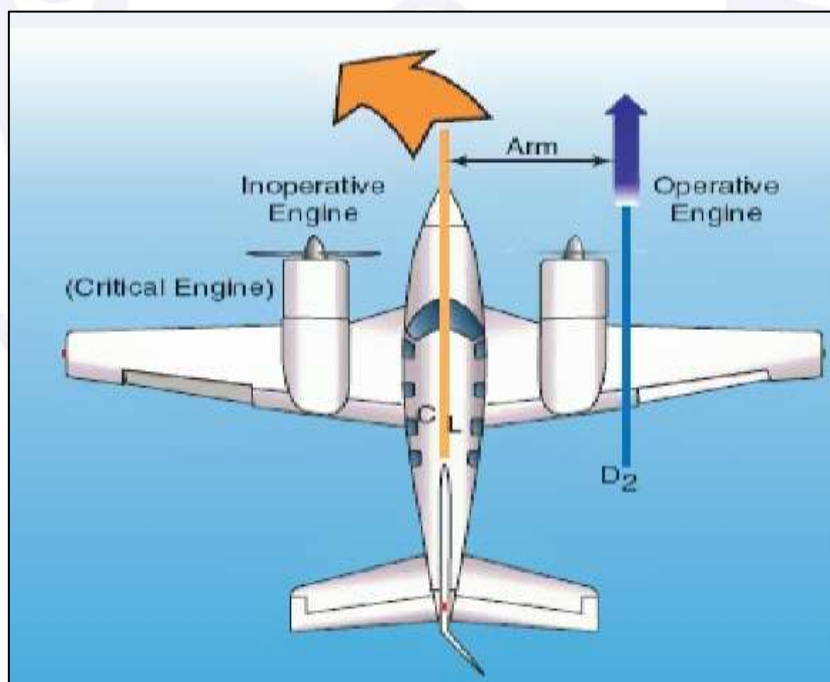


Figura 10 – Motor Crítico – Tendência de Guinada

A suposta falha do motor esquerdo pode ter sido agravada, ainda, pela associação de uma possível e remanescente esteira de turbulência causada pelo pouso anterior da aeronave Airbus, no segundo terço da pista.

### 3. CONCLUSÃO.

#### 3.1. Fatos.

- a) o piloto estava com o Certificado Médico Aeronáutico (CMA) válido;
- b) o piloto estava com o Certificado de Habilitação Técnica (CHT) válido;
- c) o piloto era qualificado e possuía experiência no modelo de aeronave;
- d) a aeronave estava com o Certificado de Aeronavegabilidade (CA) válido;
- e) a aeronave estava fora dos limites de peso e balanceamento;
- f) as cadernetas de célula, motores e hélices estavam com as escriturações atualizadas;
- g) no momento da decolagem o vento era calmo e aeroporto operava em condições visuais;
- h) no momento da decolagem a aeronave estava com 114,6kg de excesso de peso;
- i) o início da corrida de decolagem ocorreu por volta de 1 minuto e 15 segundos após o pouso de uma aeronave Airbus A320;
- j) após percorrer cerca de 450 metros da pista em uso, a aeronave perdeu a reta numa trajetória 30º defasada em relação ao eixo de decolagem;
- k) a aeronave percorreu cerca de 690 metros antes do impacto inicial;
- l) o impacto final ocorreu em um desnível com cerca de 10 metros de altura, logo após a taxiway alfa;
- m) houve a explosão da aeronave em função do forte impacto e da quantidade de combustível remanescente;
- n) a aeronave teve danos substanciais;
- o) três passageiros foram encaminhados ao hospital e vieram a óbito; e
- p) o piloto e outros dois passageiros faleceram no local.

#### 3.2. Fatores contribuintes.

- **Aplicação dos comandos – contribuiu.**

Não houve correção durante a anormalidade, transparecendo a possibilidade de uma falta de aplicação dos comandos de voo, no intuito de responder à emergência durante a corrida de decolagem.

- **Estresse – indeterminado.**

Os problemas pelos quais passava o tripulante no âmbito pessoal e profissional poderiam estar gerando estresse o que, por consequência, poderia ter afetado suas funções cognitivas, diminuindo o rendimento em voo.

- **Formação, Capacitação e Treinamento – indeterminado.**

A falta de treinamento contínuo na empresa pode ter dificultado a compreensão do piloto frente à emergência e aplicação de ações operacionais adequadas, segundo Manual de Operação da Aeronave.

- **Influências externas – indeterminado.**

Acontecimentos na vida pessoal e profissional do piloto podem tê-lo deixado mais vulnerável e suscetível aos efeitos do estresse e ter influenciado seu comportamento em voo.

- **Julgamento de Pilotagem – indeterminado.**

O piloto pode não ter julgado adequadamente a possibilidade da existência de uma esteira de turbulência formada pelo pouso da aeronave de categoria MÉDIA, a qual efetuou o pouso um minuto antes do início do seu procedimento de decolagem.

- **Percepção – indeterminado.**

É possível que as situações de ordem pessoal e profissional tenham diminuído sua capacidade de percepção e prejudicado o reconhecimento, organização e entendimento dos estímulos ambientais a que foi submetido durante a ocorrência.

- **Planejamento de tráfego (ATS) – indeterminado.**

Apesar da separação entre a aeronave que pousava e a que decolava ter sido realizada dentro das normas estabelecidas, o fato de a aeronave A320 ter realizado o pouso no segundo terço da pista pode ter provocado uma esteira de turbulência que afetou a performance da decolagem do BE58.

- **Planejamento de voo – indeterminado.**

A aeronave foi abastecida com mais combustível do que a quantidade necessária, acarretando cerca de 114Kg de excesso de peso.

- **Processo decisório – indeterminado.**

Dados do acidente refletem que não houve uma adequada avaliação da possibilidade de esteira de turbulência. A possível falta de conhecimento ou valorização de aspectos não relevantes para a situação podem ter levado a uma redução na capacidade para compreender e agir adequadamente sobre essa condição.

- **Processos organizacionais – indeterminado.**

A inexistência de uma sistemática de acompanhamento dos tripulantes na empresa não permitiu que vulnerabilidades e suscetibilidades, que possivelmente estavam afetando o desempenho do tripulante, fossem identificadas.

- **Publicações (ATS) – indeterminado**

A ICA 100-37 – Serviço de Tráfego Aéreo apenas prevê que seja dada a separação mínima de 2 minutos entre uma aeronave média que pousa e uma aeronave leve que decola em caso de cabeceiras deslocadas, sem levar em consideração que uma aeronave pode efetuar o pouso tocando numa posição mais a frente, o que pode vir a provocar os mesmos efeitos de uma cabeceira deslocada, em se tratando de esteiras de turbulência.

#### **4. RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA**

*Medida de caráter preventivo ou corretivo emitida pelo CENIPA ou por um Elo-SIPAER para o seu respectivo âmbito de atuação, visando eliminar um perigo ou mitigar o risco decorrente de condição latente, ou de falha ativa, resultado da investigação de uma ocorrência aeronáutica, ou de uma ação de prevenção e que, em nenhum caso, dará lugar a uma presunção de culpa ou responsabilidade civil, penal ou administrativa.*

*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”.*

**Recomendações emitidas no ato da publicação deste relatório.**

**Ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), recomenda-se:**

**A-131/CENIPA/2015 – 01**

**Emitida em: 22/04/2016**

Enfatizar a necessidade de ser reportada pelos controladores de tráfego aéreo a possibilidade de existência de esteira de turbulência durante pousos e decolagens de aeronaves, no intuito de alertar as tripulações quanto aos espaçamentos de tempo previstos na ICA 100-37 – Serviços de Tráfego Aéreo.

**5. AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA.**

Não houve.

Em, 22 de abril de 2016.

