

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



**RELATÓRIO FINAL**  
**IG - 048/CENIPA/2013**

<b><u>OCORRÊNCIA:</u></b>	<b>INCIDENTE GRAVE</b>
<b><u>AERONAVE:</u></b>	<b>PR-GTN</b>
<b><u>MODELO:</u></b>	<b>B737-8EH</b>
<b><u>DATA:</u></b>	<b>16NOV2011</b>

**ÍNDICE**

SINOPSE.....	3
GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS.....	4
1 INFORMAÇÕES FACTUAIS .....	7
1.1 Histórico da ocorrência.....	7
1.2 Danos pessoais .....	7
1.3 Danos à aeronave .....	7
1.4 Outros danos .....	8
1.5 Informações acerca do pessoal envolvido.....	8
1.5.1 Informações acerca dos tripulantes.....	8
1.6 Informações acerca da aeronave .....	9
1.7 Informações meteorológicas.....	9
1.8 Auxílios à navegação.....	10
1.9 Comunicações.....	10
1.10 Informações acerca do aeródromo.....	10
1.11 Gravadores de voo .....	10
1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços .....	11
1.13 Informações médicas, ergonômicas e psicológicas.....	14
1.13.1 Aspectos médicos.....	14
1.13.2 Informações ergonômicas .....	14
1.13.3 Aspectos psicológicos .....	14
1.14 Informações acerca de fogo .....	14
1.15 Informações acerca de sobrevivência e/ou de abandono da aeronave.....	14
1.16 Exames, testes e pesquisas .....	14
1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento .....	15
1.18 Informações operacionais.....	15
1.19 Informações adicionais.....	22
1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação .....	31
2 ANÁLISE .....	31
3 CONCLUSÃO.....	34
3.1 Fatos.....	34
3.2 Fatores contribuintes .....	34
3.2.1 Fator Humano.....	34
3.2.1 Fator Operacional.....	34
3.2.2 Fator Material .....	34
4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV) .....	35
5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA.....	35
6 DIVULGAÇÃO.....	36
7 ANEXOS.....	36

## SINOPSE

O presente Relatório Final refere-se ao incidente grave com a aeronave PR-GTN, modelo B737-8EH, ocorrido em 16NOV2011, classificado como pouso brusco.

Durante o pouso, a aeronave tocou a pista de forma abrupta ocorrendo o contato de parte inferior da fuselagem próxima ao cone de cauda e do *tail skid* com o asfalto da pista.

Os seis tripulantes e os cento e vinte sete passageiros saíram ilesos.

A aeronave sofreu danos na parte inferior da fuselagem próxima ao cone de cauda.

Houve a designação de Representante Acreditado do NTSB (*National Transportation Safety Board*) - Estados Unidos da América.

**GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS E ABREVIATURAS**

AFE	<i>Above Field Elevation</i>
ALAR	<i>Approach-and-landing Accident Reduction</i>
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ASRS	<i>Aviation Safety Reporting System</i>
C	Celsius (unidade de medida de temperatura)
CCF	Certificado de Capacidade Física
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CG	Centro de gravidade
CHT	Certificado de Habilitação Técnica
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i>
DF	Designativo do Distrito Federal
EEC	<i>Electronic Engine Control</i>
EGPWS	<i>Enhanced Ground Proximity Warning System</i>
FAC	<i>Final Approach Course</i>
FARs Part 25	<i>Federal Aviation Regulations – segment 25</i>
FARs Part 33	<i>Federal Aviation Regulations – segment 33</i>
FDR	<i>Flight Data Recorder</i>
FSM	<i>Flight Standards Manual</i>
FOQA	<i>Flight Operations Quality Assurance</i>
fpm	Pés por minuto (unidade de medida de velocidade vertical)
ft	Pés (unidade de medida de altura/altitude)
G	Força gravitacional
GLS	<i>GPS Landing System</i>
GO	Designativo do Estado de Goiás
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HBV	Horário Brasileiro de Verão
hpa	Hectopascal (unidade de medida de pressão atmosférica)
IAN	<i>Integrated Approach Navigation</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
IMC	<i>Instrument Meteorological Conditions</i>
Kg	Quilograma (unidade de medida de massa)

Kt	<i>Knot</i> (unidade de medida de velocidade)
Lat	Latitude
Long	Longitude
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i>
MGO	Manual Geral de Operações
MLTE	Habilitação técnica de aviões multimotores terrestres
MSL	<i>Mean Sea Level</i>
N1	<i>Low Pressure Rotor Speed</i>
N2	<i>High Pressure Rotor Speed</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NOTAM	<i>Notice to Airmen</i>
NTSB	<i>National Transportation Safety Board</i>
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
PLA	Licença de Piloto de Linha Aérea - Avião
PN	<i>Part Number</i>
PPR	Licença de Piloto Privado - Avião
QRH	<i>Quick Reference Handbook</i>
RA	Rádio altímetro
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RNAV	<i>Area Navigation</i>
RSV	Recomendação de Segurança de Voo
SBPA	Designativo de localidade – Aeródromo de Porto Alegre, RS
SBSP	Designativo de localidade – Aeródromo de São Paulo/Congonhas, SP
SFP	<i>Short Field Performance</i>
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
TOGA	<i>Take Off Go Around</i>
UTC	<i>Coordinated Universal Time</i>
Vapp	<i>Final approach speed</i>
VMC	<i>Visual Meteorological Conditions</i>
Vref	Velocidade de referência

<b>AERONAVE</b>	<b>Modelo:</b> B737-8EH <b>Matrícula:</b> PR-GTN <b>Fabricante:</b> Boeing Company	<b>Operador:</b> VRG Linhas Aéreas S.A. – Grupo GOL
<b>OCORRÊNCIA</b>	<b>Data/hora:</b> 16NOV2011 / 15:35 UTC <b>Local:</b> SBPA <b>Lat. - 29°59'38" S – Long. - 051°10'16" W</b> <b>Município – UF:</b> Porto Alegre, RS	<b>Tipo:</b> Pouso brusco

## 1 INFORMAÇÕES FACTUAIS

### 1.1 Histórico da ocorrência

A aeronave decolou de SBSP (São Paulo, SP), às 12h18min (HBV), com destino a SBPA (Porto Alegre, RS), a fim de executar um voo transporte público regular, com seis tripulantes e cento e vinte e sete passageiros. Nessa etapa, o comandante efetuava a instrução de formação em rota do copiloto.

Durante a aproximação em SBPA, o copiloto, na função de "*pilot flying*", executou o procedimento GPS para a pista 29 com o auxílio do "*autopilot*" e do "*autothrottle*". A cerca de 500ft de altitude, o "*autopilot*" e o "*autothrottle*" foram desacoplados e o copiloto continuou a aproximação final em voo manual.

A aproximadamente 300ft de altitude o instrutor percebeu que o copiloto estava ligeiramente acima da rampa aproximação, pois com base no PAPI (*Precision Approach Path Indicator*) havia a indicação de três luzes âmbar e uma vermelha. Então, o instrutor auxiliou na correção por meio de uma redução de potência.

Em torno de 100ft de altitude, na iminência de cruzar a cabeceira, os tripulantes identificaram uma elevada razão de descida, seguida do alarme "*sink rate*". O instrutor aplicou potência máxima e contrariou o afundamento atuando no manche no sentido de cabrar ("*nose-up*"). Às 13h35min (HBV), a aeronave tocou na pista de forma brusca e em atitude longitudinal de 8,6° cabrados, havendo o toque do *tail-skid* e da estrutura da fuselagem no solo.

Todos os ocupantes saíram ilesos e a aeronave sofreu danos na fuselagem.

### 1.2 Danos pessoais

Lesões	Tripulantes	Passageiros	Terceiros
Fatais	-	-	-
Graves	-	-	-
Leves	-	-	-
Ilesos	06	127	-

### 1.3 Danos à aeronave

A aeronave sofreu danos no "*tail-skid*" e na parte inferior da fuselagem do cone de cauda, conforme figura 01. O custo de recuperação foi de R\$ 92.516,86. Houve a necessidade de execução de um reparo estrutural provisório, a fim de possibilitar o voo de traslado para oficina de manutenção.



Figura 01: danos à parte inferior da fuselagem.



Figura 02: reparo provisório para fins de traslado para a oficina de manutenção.

#### 1.4 Outros danos

Não houve.

#### 1.5 Informações acerca do pessoal envolvido

##### 1.5.1 Informações acerca dos tripulantes

HORAS VOADAS		
DISCRIMINAÇÃO	PILOTO	COPILOTO
Totais	8.339:39	970:00
Totais nos últimos 30 dias	40:35	10:11
Totais nas últimas 24 horas	4:38	01:29
Neste tipo de aeronave	4.344:44	81:26
Neste tipo nos últimos 30 dias	40:35	10:11
Neste tipo nas últimas 24 horas	4:38	01:29

Obs.: a) Os dados relativos às horas voadas foram fornecidos pelo operador; e  
b) Neste Relatório, o termo piloto designa o comandante e instrutor.

##### 1.5.1.1 Formação

O piloto realizou o curso de Piloto Privado Avião (PPR) no Aeroclube de Luziânia - GO, em 1988.

O copiloto realizou o curso de Piloto Privado Avião (PPR) no Aero clube do Paraná - PR, em 2009.

#### 1.5.1.2 Validade e categoria das licenças e certificados

O piloto possuía a licença de Piloto de Linha Aérea - Avião (PLA), e estava com os Certificados de Habilitação Técnica (CHT) de aeronave tipo B73C, Multimotor Terrestre (MLTE) e voo por instrumentos (IFR) válidos.

O copiloto possuía a licença de Piloto Comercial - Avião (PC) e estava com os Certificados de Habilitação Técnica (CHT) de aeronave tipo B73C, Multimotor Terrestre (MLTE) e voo por instrumentos (IFR) válidos.

#### 1.5.1.3 Qualificação e experiência de voo

O piloto estava qualificado e havia concluído o Curso de Formação de Instrutores da empresa, atendendo ao requisito estabelecido no RBAC 121.412.(3).(b) para atuar como instrutor de voo em avião.

O copiloto estava qualificado, porém possuía pouca experiência na aeronave, visto que ainda estava concluindo a sua formação em rota para fins de adaptação à rotina operacional da empresa.

#### 1.5.1.4 Validade da inspeção de saúde

Os pilotos estavam com os Certificados de Capacidade Física (CCF) válidos.

### 1.6 Informações acerca da aeronave

A aeronave bimotora, modelo B737-8EH, número de série 43267, registrada na categoria de Transporte Público Regular, utilizada para o transporte de até 187 (cento e sete) passageiros, foi fabricada pela *Boeing Company*, em 2007.

O Certificado de Aeronavegabilidade estava válido.

As cadernetas de célula e motor estavam atualizadas.

As tarefas referentes às inspeções e às revisões foram divididas em pacotes que eram executados separadamente antes dos respectivos vencimentos (horas, ciclos ou calendário). O último *Workpackage* H-11-3 R(00) foi realizado no Centro de Manutenção de Aeronaves, em Confins – MG, em 27OUT2011. Após este serviço de manutenção a aeronave voou 137 horas.

Nos registros de manutenção e de diário de bordo, posteriores ao *Workpackage* H-11-9 R(00), realizado em 14SET2011, não havia discrepância associada aos sistemas de comando de voo, grupo motopropulsor ou instrumentos.

A aeronave estava equipada com motores CFM56-7B27-3B1, números de série 894735 (esquerdo) e 895953 (direito), certificados de acordo com o FARs Part 33. O motor esquerdo possuía 17.130 horas e o direito 14.634 horas desde novo. Ambos ainda não haviam passado por revisão geral e as inspeções estavam sendo realizadas na periodicidade prevista no programa de manual de manutenção do fabricante.

### 1.7 Informações meteorológicas

O Aeroporto Salgado Filho (Porto Alegre, RS), operava em condições de voo visual com aproximações para a pista 29.

As informações do METAR das 13h e das 14h (HBV) eram as seguintes:

- 13h (HBV): vento de direção 260° com intensidade de 09kt, visibilidade superior a 10km, poucas nuvens, temperatura de 24°C, ponto de orvalho de 13°C e ajuste altimétrico de 1016 hpa; e
- 14h (HBV): vento de direção 180° com intensidade de 04kt, visibilidade superior a 10km, poucas nuvens, temperatura de 25°C, ponto de orvalho de 13°C e ajuste altimétrico de 1015 hpa.

Na aproximação final a torre informou que o vento era de direção 240° com intensidade de 06kt.

De acordo com dados obtidos no FOQA (*Flight Operations Quality Assurance*), na aproximação final, entre 300ft e 50ft RA (Rádio Altimetro), o vento variou de 330° a 270°, com intensidade entre 9kt e 11kt.

### 1.8 Auxílios à navegação

A tripulação efetuava aproximação de não precisão para a pista 29 (RNAV GPS).

### 1.9 Comunicações

Nada a relatar.

### 1.10 Informações acerca do aeródromo

Na data da ocorrência, o Aeroporto Internacional Salgado Filho (SBPA) era de uso público, administrado pela INFRAERO, possuía uma única pista com cabeceiras 11 e 29, rumo 106° e 286° respectivamente, extensão de 2280m por 42m de largura, piso de asfalto, a 11ft de altitude.

Não havia NOTAM que afetasse a operação de pouso na pista 29.

### 1.11 Gravadores de voo

A aeronave estava equipada com o gravador de voz (*Cockpit Voice Recorder*) fabricado pela *Honeywell* (PN 980-6022-001 e SN 0519), com memória e capacidade de gravação de até duas horas (*solid state memory*). A recuperação dos dados foi realizada com sucesso, no Laboratório de Gravadores de Voo do CENIPA, em Brasília, DF.

De acordo com o Gravador de Voz:

- O *briefing* de aproximação foi realizado e abordava todas as informações necessárias para execução da aproximação;
- Os pilotos realizaram a leitura e conferência do “*descent checklist*”, do “*approach checklist*” e do “*landing checklist*”;
- Na aproximação final, na iminência de cruzar os 1000ft AFE, foi feito o “*call out*” informando que a aproximação estava estabilizada;
- Em seguida o piloto fez um comentário alertando o copiloto para inserir a altitude de arremetida e informou à torre de controle que estava estabilizado na aproximação final do procedimento RNAV para a pista 29;
- Ao cruzar os 500ft AFE foi feito o “*call out*” informando que a aproximação estava estabilizada;
- Entre 300ft de 250ft de RA o piloto orientou o copiloto a reduzir a potência e aumentar a razão de descida; e

- às 15:35:55, logo após o alerta de 100ft RA (“one hundred”), soou na cabine o alarme de “sink rate!”

O Gravador de Dados de Voo (*Solid State Flight Data Recorder*) que equipava a aeronave foi fabricado pela *Honeywell* (PN 980-4700-042) e possuía a capacidade mínima de gravação de 25 horas. A recuperação dos dados foi realizada no Laboratório de Gravadores de Voo do CENIPA.

- A aproximadamente 500ft RA, o *autopilot* e o *autothrottle* foram desacoplados;
- 15:35:43, com aproximadamente 260ft RA, os parâmetros de N1 dos motores esquerdo e direito eram de 58,4% e 58,1%, respectivamente, quando ambos os manetes de potência foram colocados na posição “idle”, com velocidade indicada de 138kt;
- 15:35:48 os parâmetros de N1 dos motores esquerdo e direito estabilizaram em 30,5% e 30,8%, respectivamente;
- Com 150ft RA, a velocidade chegou a 141kt;
- A 70ft RA, a velocidade era de 123kt;
- A aproximadamente 70ft RA, a razão de descida chegou a aproximadamente 1480ft/min, simultaneamente ambos os manetes de potência foram movimentados da posição “idle” até “TOGA” (15:35:55);
- 15:35:59 os parâmetros de N1 dos motores esquerdo e direito atingiram 79,6% e 79%, respectivamente. Simultaneamente, ocorrem os toques dos trens principais esquerdo e direito no solo.

### 1.12 Informações acerca do impacto e dos destroços

O impacto da fuselagem contra o solo ocorreu com a atitude longitudinal de aproximadamente 8.6° (“pitch”), aceleração vertical de 3.2g e razão de descida de 356ft/min.



Figura 03: danos à parte inferior da fuselagem decorrentes do contato com a pista durante o pouso.



Figura 04: danos à parte inferior da fuselagem.



Figura 05: área com perfuração da chapa – parte inferior da fuselagem.



Figura 06: danos ao *tail-skid*.



Figura 07: danos ao *tail-skid*.



Figura 08: danos ao *tail-skid*.

## **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**

#### **1.13.3.1 Informações individuais**

O piloto (comandante) atuava na empresa desde 2001, possuía seis anos de trabalho como comandante e mais de quatro anos como instrutor. Relatou que nos quinze dias que antecederam ao incidente, atendeu normalmente à demanda de atividades da empresa. Nesse período, dedicou-se por dois dias ao acompanhamento de tratamento de saúde de um familiar.

O copiloto realizou a sua formação de piloto em 2009, voou em empresa de táxi-aéreo e estava na companhia desde fevereiro de 2011. Ele havia concluído o curso teórico da aeronave Boeing 737 em março de 2011 e em agosto realizou o simulador de voo. No mês de setembro, iniciou a atividade aérea nas aeronaves da empresa, porém houve um intervalo de vinte dias em relação ao voo, anterior ao incidente, em função de compatibilidade da escala entre instrutor e copiloto. Informou que se sentia seguro e com nível de conhecimento adequado para o exercício de suas tarefas.

#### **1.13.3.2 Informações psicossociais**

Durante as pesquisas realizadas não foram encontradas informações psicossociais relevantes.

#### **1.13.3.3 Informações organizacionais**

A Empresa possuía em seu organograma um Centro de Treinamento, no entanto esta estrutura ainda estava em fase de desenvolvimento e aperfeiçoamento.

De acordo com procedimentos adotados pela empresa, cada instrutor recebia um grupo de alunos e ficava responsável pela realização dos voos de formação em rota dos mesmos, a fim de que houvesse um melhor acompanhamento da instrução.

## **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**

Não realizados.

## 1.17 Informações organizacionais e de gerenciamento

A empresa de transporte aéreo público regular VRG Linhas Aéreas S.A. – Grupo GOL foi criada em janeiro de 2001 e possuía, na data desta ocorrência, uma frota de mais de 120 aeronaves Boeing 737-700 e 737-800. Ao longo dos mais de 11 anos de existência, vem demonstrando possuir uma estrutura e modo de operação em conformidade com requisitos estabelecidos pela Agência Nacional de Aviação Civil.

## 1.18 Informações operacionais

A aeronave realizava um voo de transporte público regular de passageiros e, em aproveitamento, no trecho, seria realizada uma das etapas de instrução em rota do copiloto.

Às 12h18min (HBV), a aeronave decolou de SBSP com um peso de 59.229kg. A etapa SBSP-SBPA durou 1h17min e foram consumidos 3.118kg de combustível.

O pouso em SBPA ocorreu às 13h35min (HBV) com o peso de 56.111kg. O limite estrutural alusivo ao peso máximo de pouso era de 65.317kg.

A Vref (velocidade de referência) selecionada pela tripulação para pouso com *flaps* 40 foi de 126kt. O CG (centro de gravidade) estava dentro dos limites para o pouso.

O QRH, que havia recebido as últimas atualizações em 30SET2011, apresentava os seguintes valores de Vref:

Performance Inflight - QRH General				737-700/CFM56-7B20 FAA Category A Brakes
737 Flight Crew Operations Manual				
VREF				
WEIGHT (1000 KG)	FLAPS			
	40	30	15	
80	154	156	162	
75	149	151	157	
70	144	146	152	
65	139	141	147	
60	133	135	140	
55	127	129	134	
50	120	123	127	
45	114	117	121	
40	107	110	114	

Figura 09: Quick Reference Handbook – Performance Inflight – VREF.

A velocidade de aproximação com correção de vento adotada pela tripulação foi de 131Kt.

### 1.18.1 Informações transmitidas pelos tripulantes:

#### a) Comandante e instrutor:

O piloto em comando informou que a aeronave não apresentava discrepâncias em seus sistemas. Disse que havia realizado os voos anteriores do copiloto. Informou que este vinha demonstrando boa padronização na execução dos procedimentos e evolução normal de desempenho, sem relatos de problemas alusivos ao exercício do pouso.

Segundo o piloto, a instrução transcorria normalmente, durante a aproximação para pouso em SBPA. A cerca de 500ft RA o copiloto desacoplou o *autopilot* e o *autothrottle*. Em seguida, a cerca de 300ft RA, a aeronave ficou um pouco acima da rampa ideal de pouso (três luzes âmbar e uma vermelha no PAPI) e com velocidade um pouco acima da velocidade de aproximação. Então, o piloto disse que orientou o copiloto a reduzir a potência e a aumentar a razão de descida, tomando a iniciativa de atuar nos manetes com a finalidade de efetuar uma pequena redução de potência. Informou que não chegou a comunicar ao copiloto verbalmente que reduziria os manetes.

O piloto enfatizou que, um pouco antes do cruzamento da cabeceira 29, houve repentinamente um aumento significativo na razão de descida da aeronave. Como reação imediata, o mesmo comandou os manetes de potência para a posição TOGA e atuou nos comandos de voo no sentido de cabrar, entretanto não foi possível evitar o toque brusco da aeronave na pista.

De acordo com a percepção do piloto, no momento do pouso brusco, não foi possível identificar que ocorrera o toque do *tail-skid* ou da fuselagem na pista. Após o estacionamento, o piloto registrou no diário de bordo a ocorrência de pouso brusco e solicitou à equipe de manutenção a realização de inspeção para ocorrência de pouso brusco.

O piloto tomou conhecimento do toque do *tail-skid* e da fuselagem na pista por intermédio da equipe de manutenção.

Em referência à redução de potência, após o cruzamento dos 300ft RA, o piloto informou que a mesma se deu em pequena amplitude e por reduzido intervalo de tempo. Entretanto, não se recordava para qual porcentagem de N1 os motores haviam sido reduzidos. O piloto comentou a respeito da dificuldade de se ter parâmetros de N1 a serem utilizados na aproximação final, tendo em vista que nas operações diárias ocorre uma variação significativa do peso de pouso.

Em relação ao voo com os manetes em “*idle*” na aproximação final, o piloto comentou que o “*approach idle*”, ao aumentar o limite mínimo de N1 durante a aproximação final, asseguraria a performance necessária para completar a aproximação ou iniciar uma arremetida.

#### b) Copiloto:

O copiloto informou que havia 20 (vinte) dias de intervalo em relação ao seu último voo, contudo sentia-se seguro e com nível de conhecimento adequado para o exercício de suas tarefas. Relatou que não havia nenhuma anormalidade nos sistemas da aeronave. Disse que abaixo dos 500ft RA percebeu um acréscimo na velocidade em relação à velocidade de aproximação, então efetuou uma pequena redução de potência que foi seguida por um auxílio do instrutor na correção de motor.

Próximo ao cruzamento da cabeceira 29, o copiloto informou que foi bastante perceptível o fato de a aeronave passar a “afundar” bem mais rápido que o normal.

O copiloto relatou que não houve dúvida quanto à realização de um pouso brusco, contudo não conseguiu perceber que o *tail-skid* e a fuselagem haviam tocado na pista.

#### c) Tripulação de Cabine:

- Chefe de cabine: estava posicionada na porta dianteira direita. Esta informou que o pouso brusco chamou a atenção da tripulação e dos passageiros. Disse que na iminência do toque ouviu o ruído de aceleração dos motores seguido de um estrondo. Relatou que

pensou na possibilidade de haver um comando de evacuação, não conseguiu perceber que o *tail-skid* ou a fuselagem havia tocado na pista.

- Comissária posicionada junto à porta dianteira esquerda: esta informou que, no momento do pouso, pensou que o trem de pouso houvesse quebrado, em função do estrondo que ocorreu. Comentou que, de acordo com a sua percepção, no momento do toque, o nariz da aeronave estava bem acima do nível da cauda, fato que a fez desconfiar de um possível toque do *tail-skid* na pista.

- Comissário posicionado junto à porta traseira direita: este informou que o pouso brusco chamou a atenção, mas não houve nenhuma percepção do toque na pista do *tail-skid* ou da fuselagem.

- Comissária posicionada junto à porta traseira esquerda: esta informou que só percebeu o pouso brusco e não identificou barulho que pudesse ser associado à estrutura da fuselagem colidindo contra o solo ou toque do *tail-skid*.

### **1.18.3 Manuais e Publicações:**

**1.18.3.1** *Flight Crew Training Manual* (Boeing 737-800), documento número FCT NG (TM), revisão 10, de 29 de julho de 2011, capítulo 5:

#### **“Stabilized Approach Recommendations**

*Maintaining a stable speed, descent rate, and vertical/lateral flight path in landing configuration is commonly referred to as the stabilized approach concept.*

*Any significant deviation from planned flight path, airspeed, or descent rate should be announced. The decision to execute a go-around is no indication of poor performance.*

**Note:** *Do not attempt to land from an unstable approach.*

#### **Recommended Elements of a Stabilized Approach**

*The following recommendations are consistent with criteria developed by the Flight Safety Foundation.*

*All approaches should be stabilized by 1,000 feet AFE in instrument meteorological conditions (IMC) and by 500 feet AFE in visual meteorological conditions (VMC). An approach is considered stabilized when all of the following criteria are met:*

- *the airplane is on the correct flight path*
- *only small changes in heading and pitch are required to maintain the correct flight path*
- *the airplane should be at approach speed. Deviations of +10 knots to – 5 knots are acceptable if the airspeed is trending toward approach speed*
- *the airplane is in the correct landing configuration*
- *sink rate is no greater than 1,000 fpm; if an approach requires a sink rate greater than 1,000 fpm, a special briefing should be conducted*
- *thrust setting is appropriate for the airplane configuration*
- *all briefings and checklists have been conducted.*

*Specific types of approaches are stabilized if they also fulfill the following:*

- *ILS and GLS approaches should be flown within one dot of the glide slope and localizer, or within the expanded localizer scale*

- *approaches using IAN should be flown within one dot of the glide path and FAC*
- *during a circling approach, wings should be level on final when the airplane reaches 300 feet AFE.*

*Unique approach procedures or abnormal conditions requiring a deviation from the above elements of a stabilized approach require a special briefing.*

**Note:** *An approach that becomes unstabilized below 1.000 feet AFE in IMC or below 500 feet AFE in VMC requires an immediate go-around.*

*These conditions should be maintained throughout the rest of the approach for it to be considered a stabilized approach. If the above criteria cannot be established and maintained until approaching the flare, initiate a go-around.*

*At 100 feet HAT for all visual approaches, the airplane should be positioned so the flight deck is within, and tracking to remain within, the lateral confines of the runway edges extended.*

*As the airplane crosses the runway threshold it should be:*

- *stabilized on approach airspeed to within + 10 knots until arresting descent rate at flare*
- *on a stabilized flight path using normal maneuvering*
- *positioned to make a normal landing in the touchdown zone (the first 3,000 feet or first third of the runway, whichever is less).*

*Initiate a go-around if the above criteria cannot be maintained.”*

**1.18.3.2** MGO (Manual Geral de Operações) da empresa operadora, item 4.10.2:

**“4.10.2 Aproximações desestabilizadas**

Uma aproximação não deve ser continuada, sendo compulsório efetuar o procedimento de arremetida, se a aeronave não estiver numa aproximação estabilizada abaixo das seguintes altitudes (*safety window*):

- VMC – 500 ft
- IMC – 1000 ft

As condições que definem uma aproximação estabilizada são:

- A trajetória de voo deve estar correta;
- Apenas pequenas mudanças no ângulo são necessárias para manter a trajetória de voo;
- A velocidade da aeronave não é maior que  $V_{ref} + 20$ , e não menor que  $V_{ref}$ ;
- A aeronave deve estar na configuração de pouso correta;
- A razão de descida não é maior que 1.000 *ft/min*;
- O ajuste de potência deve ser apropriado para a configuração da aeronave;
- Todos os *briefings* e *checklists* foram executados.”

**1.18.3.3** Manual Operacional da empresa (MO-FLT/OH-001 – FSM – *Flight Standards Manual*), item 5.8.1, em vigor na época da ocorrência:

### **“5.8.1 Aproximação Estabilizada**

Uma aproximação deve obrigatoriamente ser descontinuada, se a aeronave não estiver estabilizada abaixo das seguintes altitudes (*Safety Window*):

- VMC – 500 ft
- IMC – 1000 ft

As condições que definem uma aproximação estabilizada são:

- Pequenas correções de *heading* e *pitch* são necessárias para manter a trajetória de voo;
- Velocidade da aeronave não maior que  $V_{ref} + 20$ , e não menor que  $V_{ref}$ ;
- A aeronave deve estar corretamente configurada para o pouso;
- Razão de descida não maior que 1.000 ft/min;
- Ajuste de potência apropriado para a configuração da aeronave;
- Todos os “*briefings*” e “*checklists*” foram executados.

**NOTA:** Quando a aproximação **não estiver estabilizada**, ou não for possível estabilizá-la sem ultrapassar os valores determinados, o comandante deve antecipar a arremetida, ou seja, não é necessário atingir o limite para se determinar uma arremetida.”

**1.18.3.4** Manual Operacional da empresa (MO-FLT/OH-001 – FSM – *Flight Standards Manual*), item 3.2.5.17, em vigor na época da ocorrência:

“A empresa recomenda que os itens a seguir sejam observados durante o pouso:

- Durante a aproximação, manter uma rampa de 3° ou a rampa prevista no procedimento até o *flare*;
- A potência dos motores deve ser suficiente para manter a razão de descida estabilizada;
- O início do *flare* deve ocorrer a aproximadamente 15ft sobre a pista. Para tanto, utilize um *pitch* entre 4 e 7 graus; de forma suave e contínua, diminuindo a razão de descida e, ao mesmo tempo, reduza os motores gradativamente a fim de tocar a pista no momento em que os manetes de potência atingirem a posição *idle*. Evite o uso de potência em *Idle* acima de 30ft;
- O toque deve acontecer na  $V_{ref}$ , mais correção de vento, se necessário. Utilizar uma velocidade abaixo da  $V_{ref}$  para o toque no solo é fator contribuinte para o *Tail Strike*;
- Nunca utilize o *Stabilizer Trim* durante o *flare* ou após o pouso;
- Nunca elevar o *pitch* da aeronave após o toque, o que pode causar um *Tail Strike*;
- Caso faça um *Bounced Landing* (tocar o solo e voltar a voar) manter o *pitch* normal para o pouso. Nunca elevar o *pitch*. Caso a aeronave flutue mais do que 5ft após o primeiro toque, arremeta;
- A técnica de mergulhar na final provoca aumento da razão de descida, aumento na velocidade e acréscimo na distância de pouso, com grande risco de pouso duro e ou *Tail Strike*”.

### 1.18.3.5 Flight Crew Operations Manual (Boeing 737-800) - Idle Operation

#### “Idle Operation

The EEC automatically selects ground minimum idle, flight minimum idle, and approach idle. Ground minimum idle is selected for ground operations and flight minimum idle is selected for most phases of flight. Approach idle is selected in flight if flaps are in landing configuration or engine anti-ice is ON for either engine. At the same airspeed and altitude, N1 and N2% RPM will be higher for approach idle than for flight minimum idle. This higher% RPM improves engine acceleration time in the event of a go-around. Approach idle is maintained until after touchdown, when ground minimum idle is selected. In flight, if a fault prevents the EEC from receiving flap or anti-ice signals, approach idle schedule begins below 15,000 feet MSL.”

### 1.18.3.6 Atitude limite de pouso para evitar contato do *tail-skid* e da fuselagem com o solo

O *Flight Crew Training Manual* apresenta o efeito da velocidade na atitude de pouso durante o toque na pista. A figura 10 mostra a atitude da aeronave a uma velocidade normal de toque na pista ( $V_{ref}$  a  $V_{ref} - 5kt$ ) para *flap* 30 e *flap* 40. O gráfico também apresenta a atitude para uma velocidade abaixo da velocidade normal de toque, no caso  $V_{ref} - 10Kt$ , com redução significativa da distância de separação entre a fuselagem traseira e a pista.

Condições:

- CG no limite dianteiro;
- Nível do mar / dia padrão; e
- Razão de descida de 150ft/min no momento do toque.

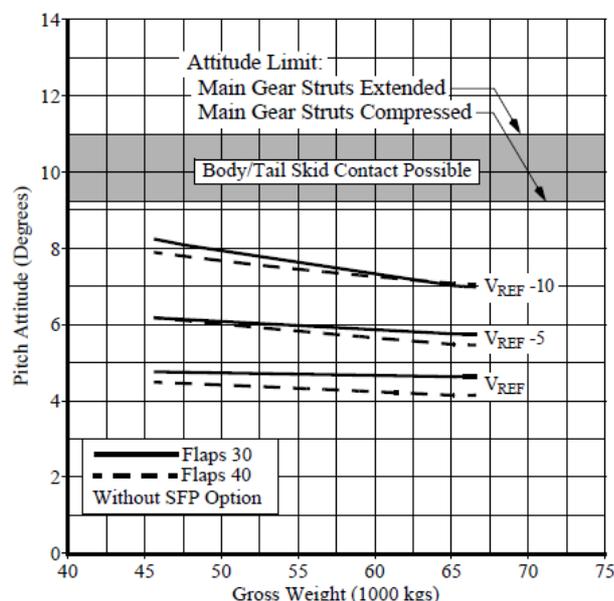


Figura 10: Atitude limite de pouso (aeronaves Boeing 737-800 sem a opção SFP – *Short Field Performance*).

O *Flight Crew Training Manual* apresenta os ângulos de atitude lateral (“*roll*”) e de atitude longitudinal (“*pitch*”) em que passa a ocorrer o contato da estrutura da fuselagem

com a pista (figura 11). Esta figura considera a asa rígida, contudo, podem ocorrer manobras que flexionam a estrutura da aeronave reduzindo o envelope de separação.

Condições:

- Atitude longitudinal em relação à linha central do trem de pouso principal;
- Atitude lateral em relação à roda externa do trem de pouso principal;
- Compressão estática dos amortecedores;
- Válida para todas as posições das superfícies de controle; e
- Válida para todas as posições de *flaps*.

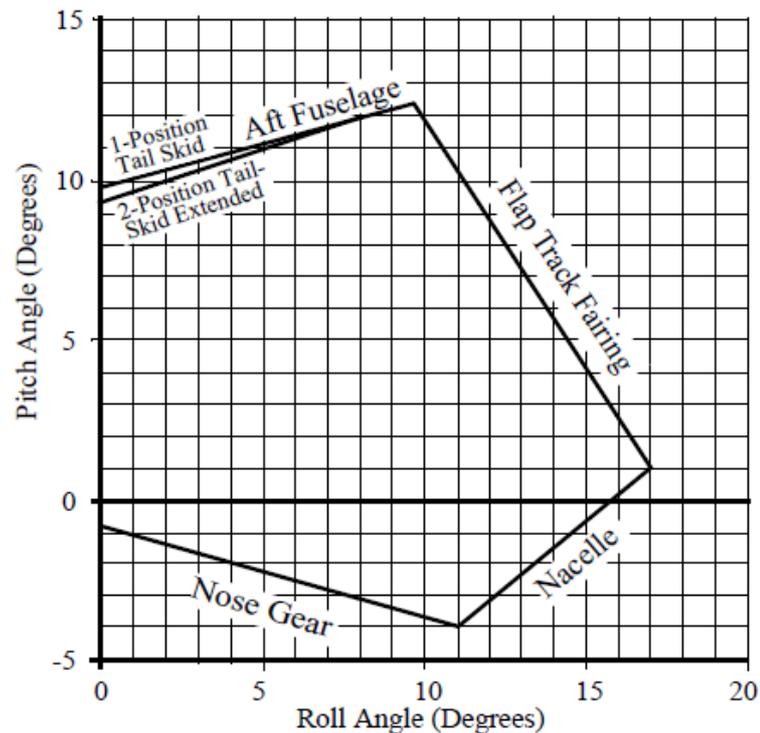


Figura 11: Ângulo de contato com o solo – pouso normal.

**1.18.3.7** Manual Operacional da empresa (MO-FLT/OH-001 – FSM – *Flight Standards Manual*), item 5.1.8, em vigor na época da ocorrência:

#### **“5.1.8 Controle Positivo da Aeronave**

O comandante deverá ter o controle direto da aeronave e operá-la nas seguintes condições:

- Aeronave em condições técnicas anormais / emergência;
- Operação em *Taxiways*;
- Chuva moderada, forte ou neve;
- Componente de vento de través superior a 15kt;
- Condições que indicam a possibilidade de *WINDSHEAR*;
- Operações Especiais ou Restritas;

- Localidades em que o *Airport Briefing* determine que o comandante conduza a operação;
- Qualquer outra condição em que o comandante julgar necessário.

Sempre que houver transferência de controle na pilotagem, deverá ficar bem claro quem está assumindo os controles de voo, informando o seguinte:

- *“I have control”*
- *“You have control”*

Nos segmentos do voo em que sejam necessárias mudanças acentuadas de potência e ou atitude, o *Pilot Flying* deverá ter um controle positivo da aeronave acompanhando os movimentos do manche, pedais e manetes de potência, independente do uso do automatismo.”

**1.18.3.8** De acordo com *Quick Reference Handbook – Maneuvers (Boeing Company)*, que havia recebido a última atualização em 30SET2011, uma condição de *windshear* apresenta os seguintes indicativos:

***“Windshear***

*The following is immediately accomplished by recall if windshear conditions are encountered. The following conditions are indications of windshear encounters:*

- *activation of the “WINDSHEAR” warning;*
- *inadvertent windshear encounter or other situation resulting in unacceptable flight path deviations.*

**Note:** *In general, unacceptable flight path deviations are recognized as uncontrolled changes from normal steady state flight conditions below 1000 feet AGL, in excess of any of the following:*

- *15 knots indicated airspeed*
- *500 fpm vertical speed*
- *5° pitch attitude*
- *1 dot displacement from the glide slope*
- *unusual thrust lever position for a significant period of time.”*

## **1.19 Informações adicionais**

### **1.19.1 Informações obtidas através do FOQA (*Flight Operations Quality Assurance*)**

De acordo com dados obtidos no FOQA, foram observadas as aproximações de outras duas aeronaves, constatando-se as seguintes variações do vento entre 300ft e 50ft de RA:

- 3min após o PR-GTN: variação de 350° a 180° (sent ido anti-horário) com aproximadamente 06kt de intensidade. Nessa fase do voo houve uma variação de potência entre 42% e 68% de N1; e

- 9min após o PR-GTN: variação de 010° a 160° (sentido anti-horário) com intensidade aproximada de 05kt. Nessa fase do voo houve uma variação de potência entre 49% e 60%.

### 1.19.2 Energy Management – ALAR (Approach-and-landing Accident Reduction)

De acordo o ALAR *Briefing Note 4.2* – da *Flight Safety Foundation*, a condição de energia da aeronave é função dos seguintes parâmetros de voo:

- Velocidade e tendência de velocidade;
- Altitude (ou velocidade vertical ou ângulo de trajetória de voo);
- Arrasto (causado pelo speed brake, slat/flap e trem de pouso); e
- Potência.

Se a potência for ajustada para “idle” e mantida em “idle”, nenhuma energia estará disponível de forma imediata para a recuperação de uma condição de baixa velocidade ou para iniciar uma arremetida, conforme figuras 12, 13 e 14.

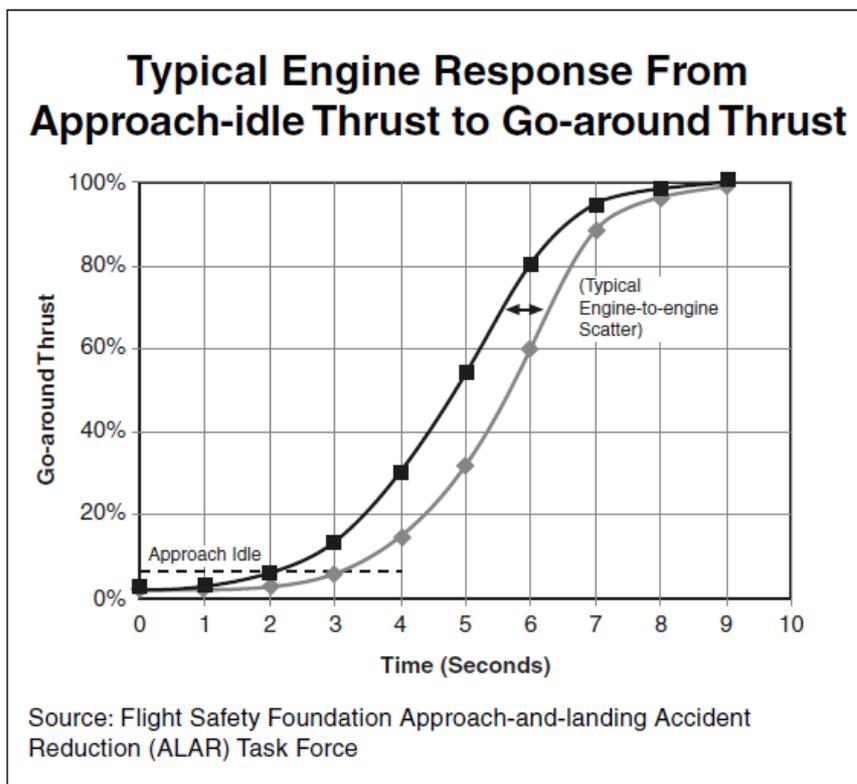


Figura 12: Resposta típica do motor da condição de potência mínima de aproximação (*approach-idle*) para arremetida (*go-around*).

Ao voar na aproximação final com a potência ajustada e mantida em “idle” (“*approach idle*”), o piloto deve estar ciente das características de aceleração de motores a jato.

De acordo com o projeto, a capacidade de aceleração do motor a jato é controlada de forma a evitar o *stall* de compressor ou apagamento e atender aos requisitos de certificação da aeronave e do motor.

A figura 13 mostra que o *United States Federal Aviation Regulation (FARs)*, Part 33, requer o tempo de 5 segundos ou menos para acelerar de 15 por cento para 95 por cento da potência de arremetida (15 por cento da potência de arremetida correspondem tipicamente à potência requerida para manter a velocidade de aproximação, estabilizada em uma rampa de três graus).

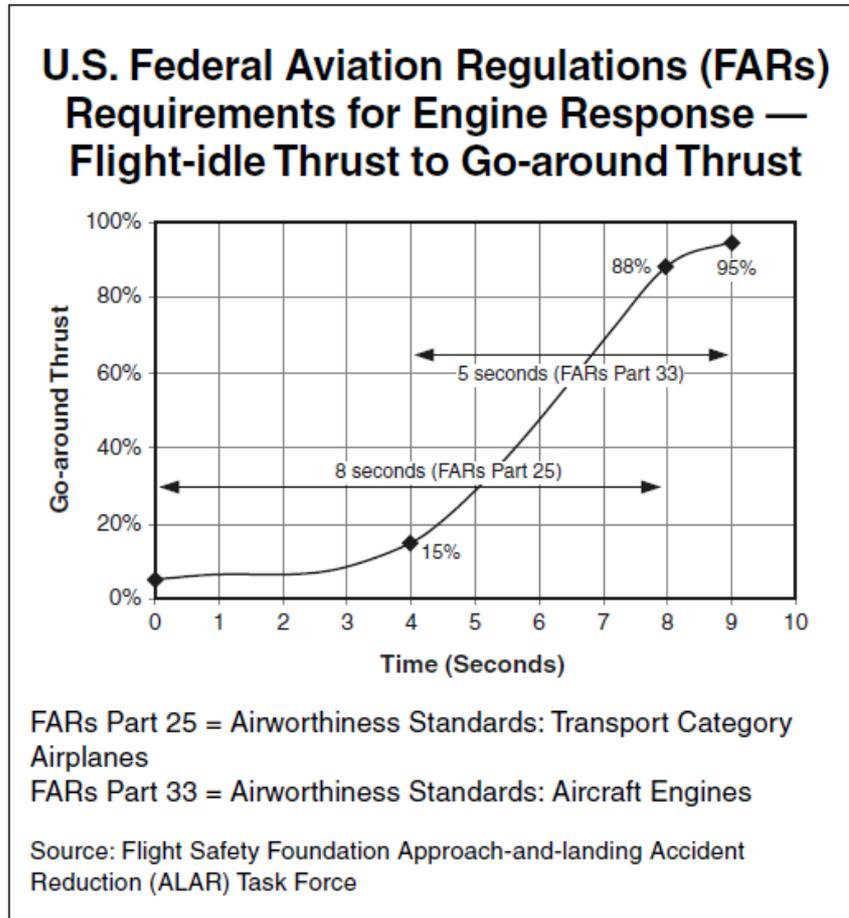


Figura 13: Requisitos de certificação (FARs Part 25 e FARs Part 33).

Para uma aeronave de transporte na configuração de pouso, com potência nos motores disponíveis, de acordo com os requisitos do FARs Part 25, o gradiente mínimo de subida de 3,2 por cento deve ser atingido 8 segundos após o piloto iniciar o movimento dos manetes da posição de potência mínima de voo (*“flight idle”*) para a posição de potência de arremetida (*“go-around”*).

Na aproximação final, representa uma condição de perigo o voo com velocidade abaixo da velocidade de aproximação ou a manutenção da potência mínima (*“flight idle”*). Os riscos decorrentes dessas condições são apresentados na figura 14.

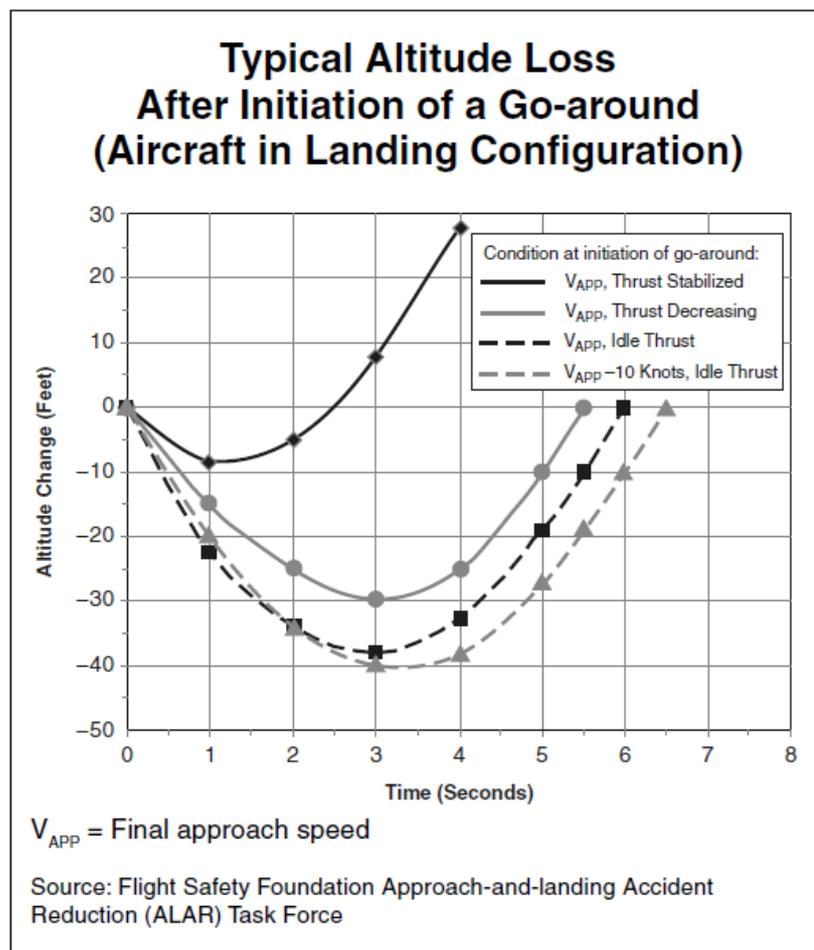


Figura 14: Perda de altitude típica após o início de uma arremetida.

### 1.19.3 Ajuste de potência apropriado para a configuração da aeronave

De acordo com os parâmetros de aproximação estabilizada, apresentados no *Flight Crew Training Manual* (Boeing 737-800), que segue os conceitos da *Flight Safety Foundation*, “o ajuste de potência deve ser apropriado para a configuração da aeronave”. Desse modo, foi feito questionamento a Boeing a respeito da definição de uma faixa de potência apropriada a ser utilizada na aproximação final, de acordo com *flap* de pouso. A Boeing emitiu a seguinte resposta:

*“Although we don't publish a minimum thrust or a range of thrusts during approach for a 'normal' landing, we do publish such values in the case where the crew experiences unreliable airspeed or for encountering turbulent air penetration. I have included the appropriate page from the Flight Crew Operations Manual for your reference. So, for example, with the event airplane making a flaps 40 landing at 60,000kg, the recommended thrust should be around 62% for the final approach.*

*When the stabilized approach criteria was being developed with the Flight Safety Foundation, there was a lot of discussion concerning thrust management being appropriate for the configuration. Crews should be aware that an approach near flight idle is a potential hazard due to the spool up time*

associated with a go around. We don't publish thrust settings for a normal landing because of the wide variation in configuration and weight. For example, near idle thrust might be appropriate for all flaps up landing because that is what is necessary in order to maintain glide slope and continuance on a stable approach. At the same time, the same airplane with flaps 40 will have much more thrust (60%) to maintain glide slope."

Conforme citado na resposta da Boeing, o *Flight Crew Operations Manual* apresenta valores de N1 para a manutenção de uma rampa de 3° na aproximação final em situações de voo com valores de velocidade inconsistentes e penetração em ar turbulento.

Performance Inflight - QRH General					737-700/CFM56-7B22 FAA Category A Brakes	
<b>737 Flight Crew Operations Manual</b>						
<b>Flight With Unreliable Airspeed/ Turbulent Air Penetration</b>						
Altitude and/or vertical speed indications may also be unreliable.						
Final Approach (1500 FT)						
Gear Down, %N1 for 3° Glideslope						
FLAP POSITION (VREF + INCREMENT)		WEIGHT (1000 KG)				
		40	50	60	70	80
FLAPS 15 (VREF 15 + 10)	PITCH ATT	3.5	3.5	3.5	4.0	4.0
	%N1	42	46	51	54	57
FLAPS 30 (VREF 30 + 10)	PITCH ATT	1.5	2.0	2.0	2.0	2.5
	%N1	46	51	56	59	63
FLAPS 40 (VREF 40 + 10)	PITCH ATT	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5
	%N1	53	58	63	67	70

Figura 15: *Flight Crew Operations Manual – Flight with Unreliable Airspeed / Turbulent Air Penetration.*

#### 1.19.4 De acordo com *ave been on landing where the tailskid does not provide protection, except for those airplanes with the Short Field Performance 2-Position Tailskid Option.*

- The comparably-sized older model 737-400 model has had a damaging tail strike rate of 2.0 per million operations since entry-into-service. The 737-400 also has a tailskid that protects only on takeoff.

- The 737-900 and -900ER have each had just one known damaging tail strike since entry-into-service. The -900 tailskid protects only on takeoff, while the -900ER has the 2-position tailskid which protects on both takeoff and landing. The one -900ER damaging tail strike was due to an operator loading error.

- The shorter-body 737-700 does not have a tailskid and has had no known damaging tail strikes since entry-into-service."

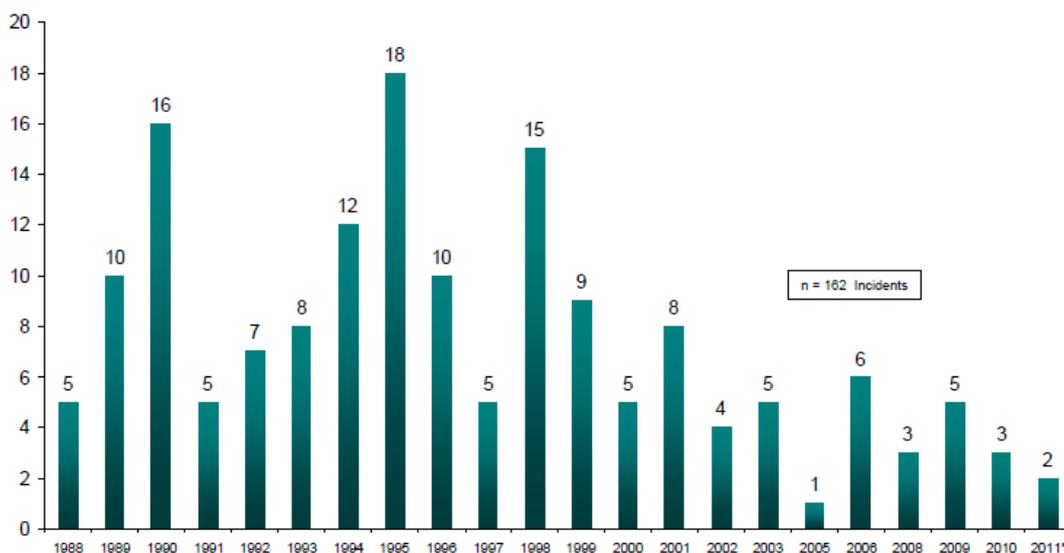
#### 1.19.6 Estatísticas de *tail-strike* do ASRS (*Aviation Safety Reporting System*) da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*)

Através de uma pesquisa feita no banco de dados do ASRS, foram obtidas estatísticas de ocorrências de *tail strike* nos Estados Unidos. Cabe ressaltar que esse

sistema de reportes recebe informações por meio de relatos voluntários, logo é possível que tenham ocorrido eventos semelhantes não registrados nesse banco de dados.

A pesquisa foi feita com base nos dados coletados entre 1988 e agosto de 2011. Neste período, foram registrados no ASRS 162 incidentes de *tail strike* (figura 16). Cinco desses incidentes ocorreram com aeronaves Boeing 737-800 (figura 17) e não houve registro associado ao Boeing 737-700. Dos 162 incidentes, 83% ocorreram em condições de voo visual (figura 18).

### Air Carrier Landing Tail Strike Related Incidents – Year 1988 - Present



\* 2011 data is complete through August.

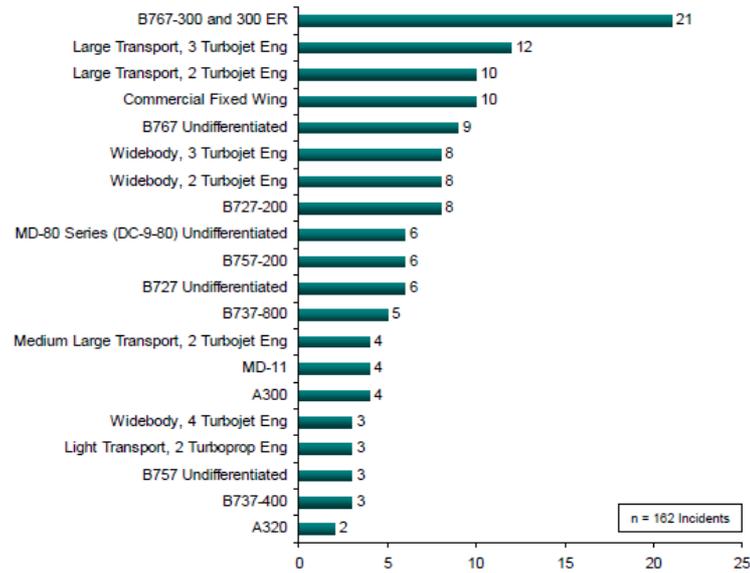
Data references ASRS reports that have received full-form analysis and include the reporters' narrative.



Source: NASA Aviation Safety Reporting System

Figura 16: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

## Air Carrier Landing Tail Strike Related Incidents – Top 20 Aircraft Type 1988 - Present



Please note some aircraft types have been de-identified to generic types for confidentiality purposes. Here is a brief description of these generic categories by weight: Light Transport (14,501 to 30,000 lbs), Medium Large Transport (60,001 to 150,000 lbs), Large Transport (150,001 to 300,000 lbs), and Widebody (over 300,00 lbs).

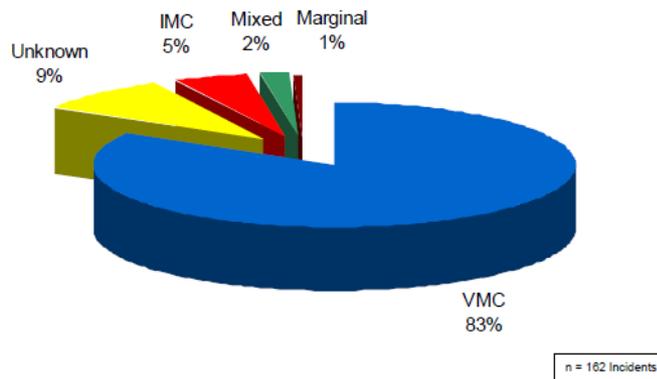
Data references ASRS reports that have received full-form analysis and include the reporters' narrative.



Source: NASA Aviation Safety Reporting System

Figura 17: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

## Air Carrier Landing Tail Strike Related Incidents – Flight Conditions 1988 - Present



Data references ASRS reports that have received full-form analysis and include the reporters' narrative.



Source: NASA Aviation Safety Reporting System

Figura 18: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

Ocorreram danos à aeronave em 114 incidentes do total de 162 (figura 19).

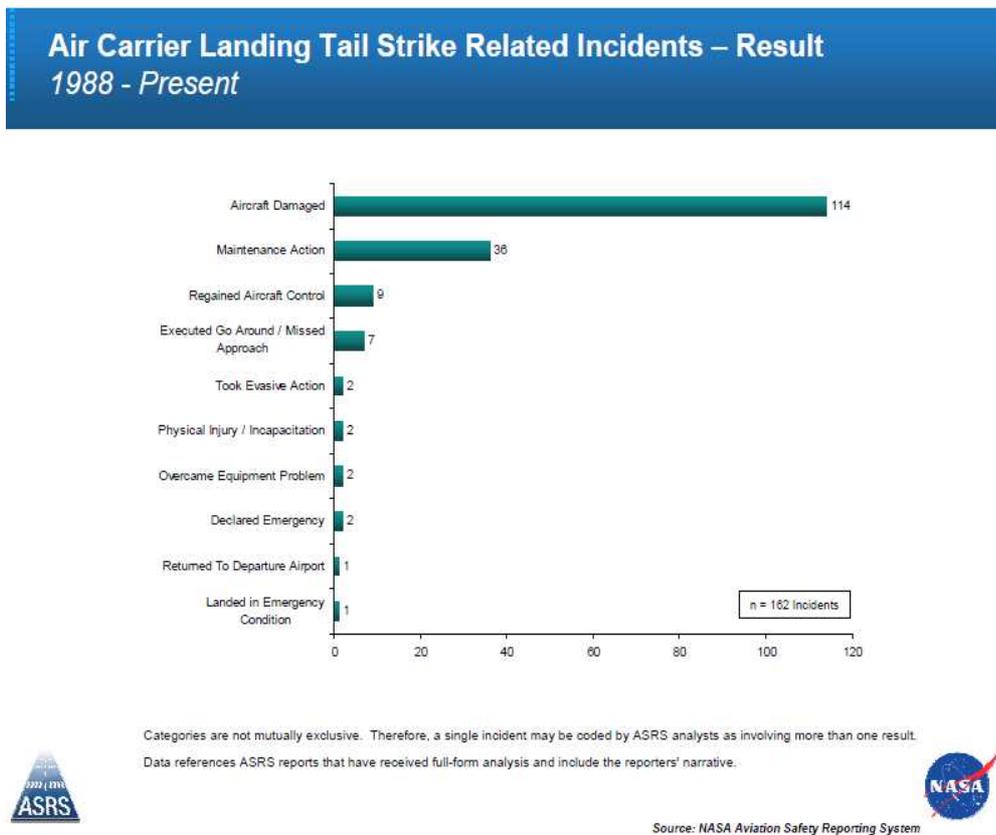
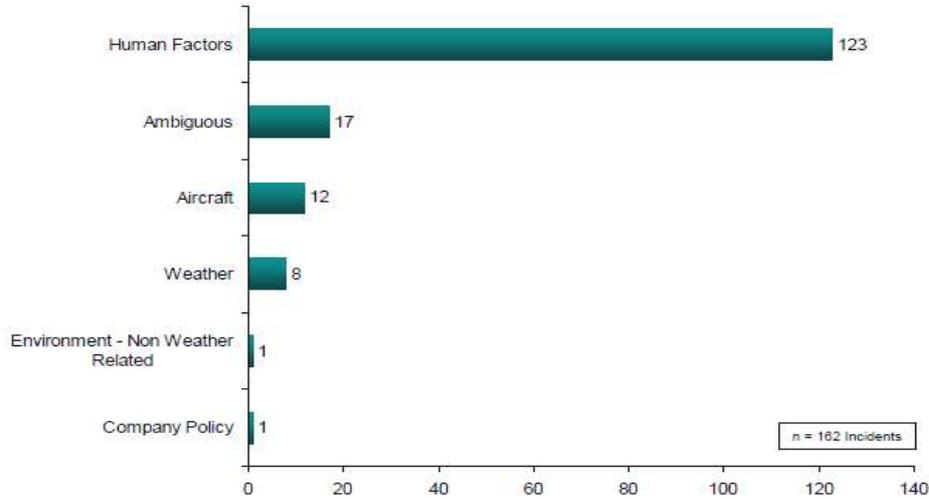


Figura 19: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

O Fator Humano apareceu como “problema primário” em 123 das 162 ocorrências. Houve influência de problemas relacionados à aeronave em 12 incidentes e à meteorologia em 8 incidentes (figura 20).

Em pesquisa específica a respeito do Fator Humano, iniciada a partir de maio de 2009, contemplando 8 incidentes do total de 162, houve a indicação dos seguintes problemas relacionados ao Fator Humano: interface homem-máquina, carga de trabalho, fadiga, confusão, treinamento e qualificação, consciência situacional, distração e fisiologia (figura 21).

### Air Carrier Landing Tail Strike Related Incidents – Primary Problem 1988 - Present



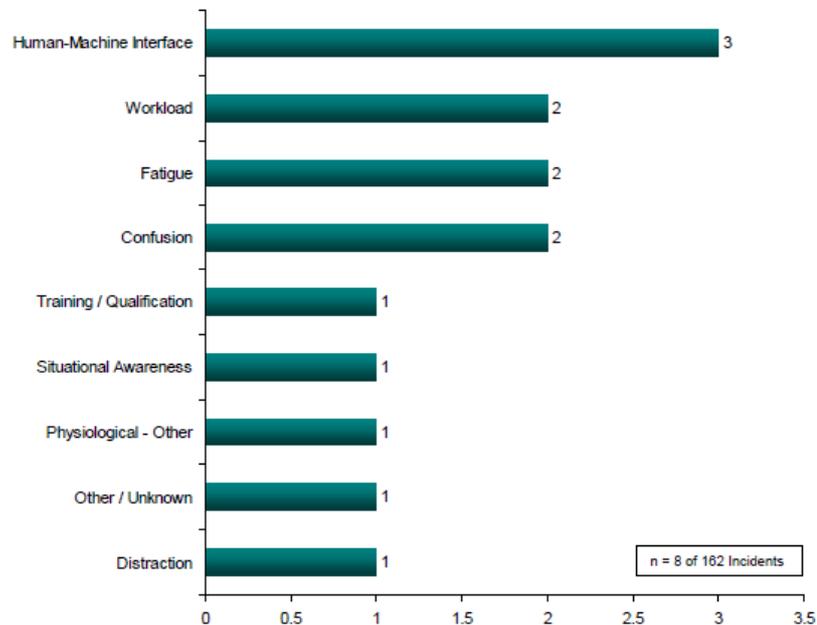
Data references ASRS reports that have received full-form analysis and include the reporters' narrative.



Source: NASA Aviation Safety Reporting System

Figura 20: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

### Air Carrier Landing Tail Strike Related Incidents – Human Factors \*May 2009 to Present



\* ASRS began coding specific human factors in May of 2009.

Data references ASRS reports that have received full-form analysis and include the reporters' narrative.



Source: NASA Aviation Safety Reporting System

Figura 21: Estatísticas de *tail strike* nos Estados Unidos com base no banco de dados do ASRS.

## 1.20 Utilização ou efetivação de outras técnicas de investigação

Não houve.

## 2 ANÁLISE

O voo tinha a finalidade de realizar o transporte público regular de passageiros e a instrução em rota do copiloto que voava como “*pilot flying*”. O piloto possuía mais de 4000 horas de Boeing 737 e concluiu a sua formação de instrutor na empresa em 22SET2011, portanto estava devidamente qualificado para o exercício da tarefa que realizava.

O copiloto possuía 81horas e 26minutos no modelo de aeronave e estava passando por uma fase de adaptação à rotina operacional da empresa, recebendo instrução em rota. Este já havia sido submetido a um processo de treinamento que o qualificava para o desempenho da função de copiloto.

O copiloto estava afastado da instrução há vinte dias. Esse fato, associado ao reduzido nível de experiência na aeronave, poderia ocasionar uma queda de rendimento. Entretanto, não foi identificado desvio de procedimento, relacionado à baixa frequência de voo, que pudesse determinar uma contribuição para o incidente.

O voo transcorreu normalmente até o desacoplamento do *autopilot* e do *autothrottle*, a cerca de 500ft RA, na aproximação final do procedimento de não precisão RNAV (GPS) para a pista 29 de SBPA. De acordo com os dados do CVR e do FDR, foram realizados os “call-outs” de 1000ft AFE e 500ft AFE e o perfil de voo, até os 500ft AFE, estava condizente com o de uma aproximação estabilizada, com base nos parâmetros definidos no *Flight Crew Training Manual* (Boeing 737-800), MGO e *Flight Standards Manual* (MO-FLT/OH-001) da empresa.

Após o copiloto passar à execução do voo manual, a aeronave ingressou em uma trajetória de voo ligeiramente acima da rampa de pouso (três luzes âmbar e uma vermelha no PAPI), por volta de 300ft RA. Então, o piloto orientou verbalmente o copiloto para que fosse feita uma redução da potência dos motores e incrementada a razão de descida.

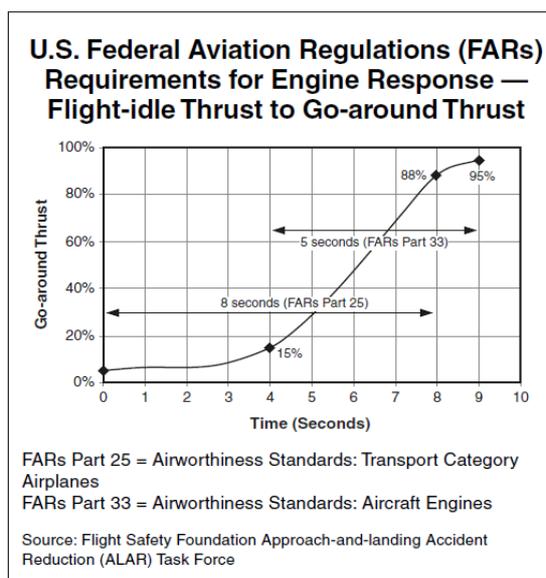
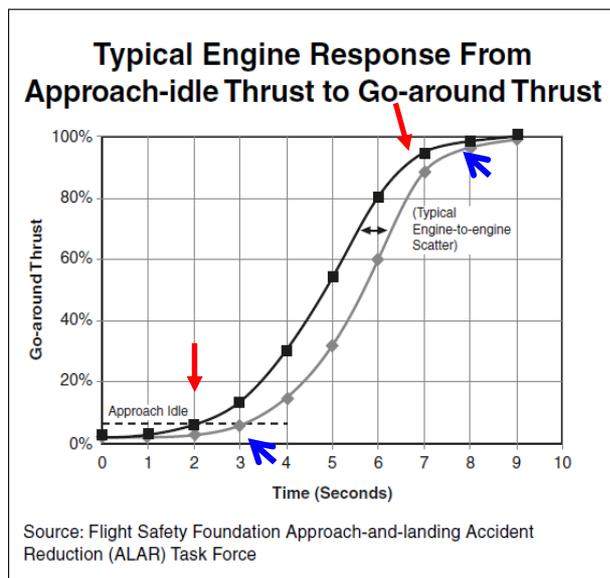
A aproximadamente 260ft RA, o piloto comandou manualmente a redução dos manetes de potência, sem assumir o controle positivo da aeronave, previsto no *Flight Standards Manual* da empresa. Este item estabelece que nos segmentos do voo em que há necessidade de mudanças acentuadas de potência e ou atitude, o *pilot flying* deverá ter um controle positivo da aeronave, acompanhando os movimentos do manche, pedais e manetes de potência.

Na transferência de controle quem assume deve mencionar “*I have control*” e quem passa “*you have control*”, fato que não ocorreu. Dessa forma, momentaneamente o copiloto (*pilot flying*) passou a atuar no manche para corrigir a rampa sem ter noção de qual seria a amplitude de correção de motor, sendo que um parâmetro depende do outro.

De acordo com a percepção do piloto, esta redução foi feita em pequena amplitude. Entretanto, por intermédio dos parâmetros obtidos no gravador de dados de voo, verificou-se que a potência foi completamente reduzida, permanecendo estabilizada em “*approach idle*” (30,5% motor esquerdo e 30,8% motor direito) por cerca de 7seg.

No Boeing 737-800, a condição de “*approach idle*” é selecionada em voo se os *flaps* estiverem na configuração de pouso ou se o *anti-ice* de qualquer motor estiver ligado. Ao ser acionado o “*approach idle*” os valores de N1 e N2 passam a ser superiores ao da condição de “*flight minimum idle*”, havendo uma melhora no tempo de aceleração durante uma arremetida. Contudo, de acordo com os requisitos de certificação do motor, com a

finalidade de evitar *stall* de compressor ou apagamento de motor, há um retardo de até 5 seg para o motor, partindo da condição de “*approach idle*”, atingir a potência de arremetida (figuras 12 e 13).



O piloto ao fazer a correção de potência, a cerca de 260ft RA, não percebeu que a mesma havia sido totalmente reduzida, e que permaneceu estabilizada em “*approach idle*” por 7seg. Apesar de os manuais do fabricante e do operador definirem que em uma aproximação estabilizada a potência deve ser adequada à configuração da aeronave, não há uma faixa de valores de N1 a ser observada. De acordo com o piloto, em conformidade com a resposta emitida pelo próprio fabricante, as variações de configuração e de peso levam a não se definir um valor de referência N1 em torno do qual a potência deverá ser trabalhada na aproximação final. Sem essa referência, a atenção dos pilotos concentra-se mais em parâmetros como razão de descida e velocidade que possuem uma faixa de valores a ser monitorada.

Em função do não monitoramento da potência (parâmetros de N1), o piloto não percebeu que havia colocado a aeronave em uma condição de risco. A 70ft RA a aeronave voava com velocidade abaixo da Vref ( $V_{ref} - 3kt$ ) e com os motores em “*flight idle*”.

O potencial de energia da aeronave é estabelecido em função da velocidade e tendência de velocidade, altitude (ou velocidade vertical ou ângulo de trajetória de voo), arrasto (causado pelo *speed brake*, *slat/flap* e trem de pouso) e potência (ALAR Briefing – Flight Safety Foundation). Há um interrelacionamento entre esses quatro parâmetros que torna compulsória a avaliação de todos para classificar uma aproximação como estabilizada.

Após o aviso de “*one hundred*” emitido pelo EGPWS, houve o alerta “*sink rate*”, levando o piloto à percepção do risco, quando o tempo de reação não era mais suficiente para evitar o pouso brusco. Nessa fase do voo o FDR registrou valores de razão de descida de até 1480ft/min. A cerca de 70ft RA, os manetes foram movidos da posição “*idle*” para TOGA. Nessa altura, com razão de descida superior a 1000ft/min, a aeronave deveria tocar o solo em cerca de 4seg. Com um tempo de resposta de até 5seg previsto por certificação, os motores só atingiram uma potência capaz de reduzir a razão de descida no momento em que a aeronave tocou o solo.

Além da necessidade do constante monitoramento da potência adequada para a configuração na aproximação final, havia outro alerta como defesa ao problema ocorrido nesse voo, o *Flight Standards Manual* da empresa que apresentava a seguinte recomendação: “Evite o uso de potência em *Idle* acima de 30ft”.

Com a finalidade de mensurar a defasagem de potência abaixo dos 300ft RA, conforme proposta apresentada pela *Boeing Company*, para a manutenção de uma rampa de 3°, com flap 40, com o peso de 56.111Kg, a potência aproximada seria de 60% de N1, tomando-se por base os parâmetros constantes do *Flight Crew Operations Manual – Flight with Unreliable Airspeed / Turbulent Air Penetration*. Dessa forma, uma correção de rampa de aproximação com a estabilização da N1 em aproximadamente 30% passa a caracterizar um regime de potência não apropriado para a configuração da aeronave.

Cabe ressaltar que, para operação da aeronave em condições normais, os manuais e o treinamento não estabelecem a faixa de parâmetros de N1 que pode ser considerada adequada, a fim de se definir a estabilização da aproximação. Tal fato pode reduzir a atenção dos pilotos para um fator importante na manutenção de um nível adequado de energia da aeronave.

Por meio dos dados do FOQA foram observadas as aproximações de duas aeronaves da mesma empresa (3 min após e 9 min após o PR-GTN). Ambas apresentaram variações de potência significativas entre 300ft RA e 100ft RA, fase do voo em que havia variação rápida do vento no sentido anti-horário de 350° a 180° com intensidade de 6kt e de 010° a 160° com intensidade de 5kt, respectivamente.

Na aproximação do PR-GTN a variação foi de 330° a 270° com intensidade entre 9kt e 11kt. Em nenhum dos casos houve alerta de “*windshear*”. Somente na aproximação do PR-GTN identificou-se um item relacionado a desvio não aceitável da trajetória de voo, conforme estabelecido no *Quick Reference Handbook – Maneuvers (Boeing Company)*. Houve a manutenção do manete de potência em posição não usual para a fase de voo por período significativo de tempo, fato que representa desestabilização na aproximação final.

Por fim, faz-se necessário compreender o motivo do toque do *tail skid* e da fuselagem com o solo em atitude longitudinal de 8,6° com o peso e CG dentro dos limites para o pouso, quando o *Flight Crew Training Manual* informa que pode haver o contato do *tail skid* e da fuselagem com o solo para valores de atitude longitudinal superiores a 9,2°.

Próximo ao cruzamento da cabeceira, o piloto, com base em referências externas, percebeu a elevada razão de descida da aeronave, então levou os manetes para posição TOGA e atuou no manche no sentido de cabrar. Os gráficos apresentados no *Flight Crew Training Manual* consideram a razão de descida de 150ft/min no momento do toque e compressão estática dos amortecedores. Nesse incidente esses parâmetros foram extrapolados, o FDR registrou a aceleração vertical de 3,2G e razão de descida de 356ft/min no momento do toque, favorecendo o contato da fuselagem e do *tail skid* com o solo.

### 3 CONCLUSÃO

#### 3.1 Fatos

- a) os pilotos estavam com os seus CCF, CHT e Certificados IFR válidos;
- b) o piloto era qualificado como instrutor e possuía experiência necessária para realizar o voo;
- c) o copiloto era qualificado, possuía pouca experiência na aeronave e estava recebendo instrução de voo em rota;
- d) os serviços de manutenção da aeronave estavam sendo realizados de maneira periódica;
- e) o Certificado de Matrícula e o Certificado de Aeronavegabilidade da aeronave estavam válidos;
- f) as condições meteorológicas eram adequadas para o tipo de voo realizado;
- g) a aeronave decolou de SBSP (São Paulo, SP), às 12h18min (HBV);
- h) o voo em rota transcorreu sem anormalidades;
- i) o CG e o peso estavam dentro dos limites para o pouso;
- j) o copiloto, na função de "pilot flying", executou o procedimento GPS para a pista 29 de SBPA com o auxílio do "autopilot" e do "autothrottle";
- k) a aproximação estava estabilizada no momento em que a tripulação efetuou os "call outs" de 1000ft AFE e 500ft AFE;
- l) na aproximação final, a cerca de 500ft RA, o "autopilot" e o "autothrottle" foram desacoplados e o copiloto prosseguiu em voo manual;
- m) a cerca de 300ft RA a aeronave ficou acima da rampa de aproximação (três luzes âmbar e uma vermelha no PAPI);
- n) a cerca de 260ft RA o piloto comandou a redução dos manetes, sem informar verbalmente ao copiloto;
- o) a potência ficou estabilizada em "approach idle" (30,5% motor esquerdo e 30,8% motor direito) por cerca de 7seg, abaixo de 300ft RA;
- p) após o alerta de 100ft RA ("one hundred") do EGPWS, soou na cabine o alarme "sink rate!";
- q) antes do toque o piloto levou os manetes de potência para a posição TOGA e atuou no manche no sentido de cabrar a aeronave;
- r) às 13h 35min (HBV), a aeronave tocou na pista de forma brusca e houve o contato do *tail skid* e da fuselagem traseira com o solo;
- s) a aeronave sofreu danos no *tail skid* e na parte inferior da fuselagem no cone de cauda; e
- t) todos os ocupantes saíram ilesos.

## **3.2 Fatores contribuintes**

### **3.2.1 Fator Humano**

#### **3.2.1.1 Aspecto Médico**

Nada a relatar.

#### **3.2.1.2 Aspecto Psicológico**

##### **3.2.1.2.1 Informações Individuais**

###### **a) Atenção - contribuiu**

O foco da atenção do piloto estava voltado para o monitoramento de parâmetros como velocidade, razão de descida e rampa de aproximação. Em função da inexistência de uma faixa de valores de potência (N1) a serem observados, houve uma redução do nível de atenção para este parâmetro.

###### **b) Percepção - contribuiu**

O piloto informou que havia feito uma pequena redução na potência do motor para auxiliar o copiloto, porém não percebeu que esta havia chegado à condição de “*approach idle*”, ficando estabilizada em 30,5% de N1 (motor esquerdo) e 30,8% de N1 (motor direito) por 7 seg, abaixo de 300ft RA.

### **3.2.2 Fator Operacional**

#### **3.2.2.1 Concernentes à operação da aeronave**

##### **a) Aplicação dos comandos - contribuiu**

Com a finalidade de corrigir a rampa de aproximação efetuada pelo copiloto, o piloto comandou a redução dos manetes de potência, a cerca de 260ft RA, sem perceber que a correção foi feita em amplitude e tempo inadequados para a fase de voo (“*approach idle*” por 7 seg abaixo de 300ft RA). A não adoção de valores de N1 previamente estabelecidos para monitoramento favoreceu a correção excessiva, pois a potência estabilizou em cerca de 30% de N1, quando para a configuração e peso da aeronave a potência deveria oscilar em torno de 60%. Além disso houve excessivo comando de manche no sentido de cabrar, favorecendo o contato da fuselagem com o solo.

##### **b) Julgamento de pilotagem - contribuiu**

Houve o julgamento que a redução de potência efetuada seria suficiente para ajustar a rampa de aproximação, deixando de avaliar as consequências desta correção no conceito global de energia da aeronave que depende mutuamente da velocidade e tendência de velocidade, altitude (ou velocidade vertical ou ângulo de trajetória de voo), arrasto (causado pelo *speed brake*, *slat/flap* e trem de pouso) e potência (ALAR – *Flight Safety Foundation*).

### **3.2.3 Fator Material**

Não contribuiu.

#### 4 RECOMENDAÇÃO DE SEGURANÇA DE VOO (RSV)

*É o estabelecimento de uma ação que a Autoridade Aeronáutica ou Elo-SIPAER emite para o seu âmbito de atuação, visando eliminar ou mitigar o risco de uma condição latente ou a consequência de uma falha ativa.*

*Sob a ótica do SIPAER, é essencial para a Segurança de Voo, referindo-se a um perigo específico e devendo ser cumprida num determinado prazo.*

#### Recomendações de Segurança de Voo emitidas pelo CENIPA:

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

##### IG - 048/CENIPA/2013 – RSV 001

Emitida em: 10/09/2013

Avaliar, juntos aos operadores da aeronave, a necessidade de se estabelecer no *Flight Standards Manual* da empresa uma faixa de valores de N1 considerados adequados para as aproximações com *flap 30* e *flap 40*, de forma atender às correspondentes variações de peso, do máximo de pouso até configurações mais leves (translado com tripulação mínima, sem carga e pouso com mínimo combustível).

##### IG - 048/CENIPA/2013 – RSV 002

Emitida em: 10/09/2013

Avaliar, junto aos operadores da aeronave, a necessidade de execução de “*call-outs*” para as situações em que os motores sejam operados fora da faixa de valores de N1 considerados adequados para as aproximações com *flap 30* e *flap 40*, ou para as situações em que a potência estabilize em “*flight idle*” abaixo de 1000ft AFE.

##### IG - 048/CENIPA/2013 – RSV 003

Emitida em: 10/09/2013

Avaliar, juntos aos operadores da aeronave, a necessidade de o piloto em sua formação inicial, no treinamento de simulador de voo, enunciar os valores de N1 ao efetuar os “*call outs*” de 1000ft AFE e 500ft AFE como forma de se elevar o nível de atenção para o monitoramento da potência durante a aproximação final.

#### 5 AÇÃO CORRETIVA OU PREVENTIVA JÁ ADOTADA

Nada a relatar.

#### 6 DIVULGAÇÃO

- Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC);
- Associação Brasileira das Empresas Aéreas (ABEAR);
- *National Transportation Safety Board* (NTSB); e
- VRG Linhas Aéreas S.A./ Grupo Gol

#### 7 ANEXOS

Não há.

Em, 10 / 09 / 2013.