

CÓPIA



MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
GABINETE DE PREVENÇÃO E INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES COM AERONAVES
GPIAA

RELATÓRIO FINAL DE ACIDENTE

Ocorrido com a aeronave

Airbus A320
SATA INTERNACIONAL

CS-TKO

Aeroporto João Paulo II
Ponta Delgada / AÇORES

4 DE AGOSTO DE 2009



RELATÓRIO N° 33/ACCID/2009



NOTAS

O presente relatório exprime as conclusões técnicas apuradas pela Comissão de Investigação às circunstâncias e às causas desta ocorrência.

Em conformidade com o Anexo 13 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional, Chicago 1944, com a Directiva do C.E. n.º 94/56/CE, de 21 de Novembro de 1994 e com o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-Lei n.º 318/99 de 11 de Agosto, a investigação, análise e conclusões deste relatório não têm por objectivo o apuramento de culpas ou a determinação de responsabilidades mas, e apenas, a determinação de causas e a formulação de recomendações que evitem a sua repetição.

O único objectivo deste relatório técnico é retirar ensinamentos susceptíveis de prevenir futuros acidentes.

1. A Investigação:

O GPIAA foi notificado do acidente pelo Comandante da aeronave *on-line*, e confirmado por fax pela Direcção de Manutenção e Engenharia da SATA, às 17:00 horas do dia 17 de Agosto de 2009.

O Director do GPIAA nomeou o Investigador Artur Pereira como Investigador Responsável para apurar as circunstâncias que levaram ao acidente, de acordo com o Anexo 13 da ICAO, a Directiva do C.E. n.º 94/56/CE, de 21 de Novembro de 1994 e o n.º 3 do art.º 11º do Decreto-Lei n.º 318/99 de 11 de Agosto.

Em concordância com o estabelecido nos diplomas internacionais, a *BEA – Bureau d'Enquêtes et Analyses*, como representante do Estado de Desenho e de Fabricante da aeronave, indicou o Investigador Erell Ravel como representante acreditado.

O Investigador Responsável, em conformidade com o Manual de Procedimentos do GPIAA, sugeriu ao Director do GPIAA, tendo sido aceite por este, a formação de uma Comissão de Investigação (CI) com a inclusão de mais um Investigador Técnico, tendo indicado o Investigador António Alves deste Gabinete, ex-piloto de Airbus.

Pelo tempo de imobilização e custos inerentes, o evento foi classificado como ACCID.




2. Os nomes e assinaturas dos responsáveis pela emissão dos documentos *Technical Adaptation* e *Maintenance Release Form* (páginas 26 e 27) foram propositadamente obliterados para garantir o seu anonimato, em cumprimento do estabelecido no Anexo 13.
3. Todas as horas mencionadas neste relatório têm UTC como referência. Na altura do acidente, a hora local dos Açores coincidia com a hora UTC e a de Portugal Continental era igual a UTC+1.
4. Este relatório foi redigido em Português e traduzido para o Inglês, sendo o primeiro o relatório oficial e determinante se existirem dúvidas de interpretação.



ÍNDICE

	Pág.
NOTAS	2
ÍNDICE	4
SINOPSE	6
1. INFORMAÇÃO FACTUAL	8
1.1 HISTÓRIA DO VOO	8
1.2 LESÕES	9
1.3 DANOS NA AERONAVE	10
1.4 OUTROS DANOS	11
1.5 INFORMAÇÃO SOBRE O PESSOAL	11
1.5.1 Tripulação técnica	11
1.5.2 Técnicos de manutenção	11
1.6 INFORMAÇÃO SOBRE A AERONAVE	12
1,6.1 Geral	12
1.6.2 Desenho e operação do Sistema de <i>Ground Spoilers</i>	12
1.6.2.1 Descrição	12
1.6.2.2 Operação e actuação dos <i>Ground Spoilers</i>	13
1.6.2.3 Lógica da extensão dos <i>Ground Spoilers</i>	14
1.7 INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA	15
1.8 AJUDAS À NAVEGAÇÃO	15
1.9 COMUNICAÇÕES	15
1.10 INFORMAÇÃO SOBRE O AEROPORTO	16
1.10.1 Generalidades	16
1.10.2 Aproximação ILS/DME à pista 30	17
1.11 REGISTADORES DE VOO	18
1.11.1 <i>Cockpit Voice Recorder</i> (CVR)	18
1,11.2 <i>Digital Flight Data Recorder</i> (DFDR)	18
1.11.3 <i>Quick Access Recorder</i> (QAR)	18
1.11.4 Perfil de aproximação e aterragem	19
I. Aproximação	19
II. Primeiro <i>touchdown</i>	22
III. <i>Bounce</i>	23
IV. Segundo <i>touchdown</i>	24
V. <i>Touchdown</i> do trem de proa e desaceleração	25
1.12 INFORMAÇÃO SOBRE O IMPACTO E OS DESTROÇOS	26
1.13 INFORMAÇÃO MÉDICA E PATOLÓGICA	26
1.14 FOGO	26
1.15 SOBREVIVÊNCIA	26
1.16 TESTES E PESQUISAS	26
1.16.1 Aeronave em inspecção	26
1.16.2 Outras ocorrências semelhantes	29



1.17	ORGANIZAÇÃO E GESTÃO	30
1.17.1	Operações de voo	30
1.17.2	Tripulação Técnica	30
1.17.3	Manutenção	30
1.18	INFORMAÇÃO ADICIONAL	30
1.18.1	<i>MMA – Aircraft Maintenance Manual</i>	30
1.18.2	Procedimentos operacionais	32
1.18.2.1	Procedimentos de voo	32
	I. Generalidades	32
	II. Procedimentos normais na aterragem	32
	III. Técnicas suplementares	33
	IV. Uso dos automatismos	33
	V. <i>FCTM – Flight Crew Training Manual</i>	34
1.18.2.2	Procedimentos de Manutenção da Operadora	37
1.18.2.3	Procedimentos da Airbus	38
1.19	TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO	38
2.	ANÁLISE	39
2.1	FACTORES HUMANOS	39
2.1.1	Acção dos pilotos	39
2.1.2	Acção dos técnicos de manutenção	39
2.2	FACTORES METEOROLÓGICOS	40
2.3	AERONAVE	41
2.4	ANÁLISE DO EVENTO	42
2.4.1	Perfil da aproximação e aterragem	42
2.4.2	Uso dos automatismos	42
2.4.3	Técnicas de aterragem (<i>Flare, Hard Landing e Bounce elevado</i>)	41
2.5	Operação do sistema de <i>spoilers</i>	44
2.5.1	Não extensão dos <i>spoilers</i> na aterragem	44
2.5.2	Extensão automática dos <i>spoilers</i> em voo	44
2.6	PROCEDIMENTOS DA OPERADORA	45
2.6.1	Procedimento antes do evento	45
2.6.2	Procedimento após o evento	46
2.7	PROCEDIMENTO DA AIRBUS	46
2.7.1	Procedimento em vigor antes do evento	46
2.7.2	Evolução do procedimento (SB Nr A320-27-1198)	47
3.	CONCLUSÕES	49
3.1	FACTOS ESTABELECIDOS	49
3.2	CAUSA PROVÁVEL DO ACIDENTE	50
4.	RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	51
	ACRÓNIMOS	52

SINOPSE

No dia 4 de Agosto de 2009, a aeronave Airbus A320 com a matrícula CS-TKO, operada pela SATA Internacional, foi escalada para realizar o voo RZ129 de Lisboa (LPPT) para Ponta Delgada (LPPD) com partida prevista para as 18:10 horas e chegada às 20:25 horas.

Às 18:40 horas, a aeronave descolou do Aeroporto Internacional de Lisboa, levando a bordo 7 tripulantes (dois pilotos e cinco CAB) e 166 passageiros e às 20:30 horas, o piloto iniciou a aproximação ILS à pista 30 do Aeroporto Internacional João Paulo II, em Ponta Delgada.



Às 20:40 horas a aeronave efectuou uma aterragem dura (*hard landing*), ressaltou no asfalto até uma altura de 12 pés AGL e voltou à pista (*bouncing landing*) em nova situação, mais agravada, de *severe hard landing*.

No estacionamento, os pilotos e o técnico de manutenção de serviço passaram uma inspecção cuidadosa ao trem de aterragem principal mas não se aperceberam de qualquer irregularidade, tendo o avião feito o voo de volta a Lisboa.

O *Data Management Unit* (DMU) imprimiu um relatório onde registava os valores de excesso sofridos pelo avião à aterragem mas nenhum dos elementos conseguiu interpretá-los.




Os pilotos não registaram na Caderneta Técnica a suspeita de aterragem dura. A aeronave cumpriu os voos seguintes programados até entrar, dois dias depois, em Inspeção "A". Com base no *Load Report* emitido pelo DMU na altura do evento, a Manutenção procedeu à inspeção prevista no AMM 05-51-11, tendo-se encontrado alguns danos a nível dos painéis inferiores esquerdos e direitos das *wing shroud boxes*.

A Airbus foi contactada e foi feita uma inspeção específica adaptada à situação.



1. INFORMAÇÃO FACTUAL

1.1 HISTÓRIA DO VOO

No dia 4 de Agosto de 2009, a aeronave Airbus A-320/214, com a matrícula CS-TKO, operada pela SATA Internacional, foi escalada para fazer três sectores com a mesma tripulação: o voo RZO 124 (PDL/LIS), com início às 15:05 horas, o voo RZO 129 (LIS/PDL) e o voo RZO 128 de regresso de novo a Lisboa com chegada prevista para as 23:30 horas.

O primeiro sector foi cumprido sem incidentes e dentro do horário previsto, sendo o Co-piloto o *Pilot Flying* (PF) e o Comandante o *Pilot Not Flying* (PNF)¹. No segundo sector, os pilotos trocaram de funções, passando o Comandante a ser o PF.

O CS-TKO descolou às 18:40 horas do Aeroporto Internacional de Lisboa para efectuar o voo RZ 129, com destino a Ponta Delgada – Açores, com sete tripulantes (dois de cockpit e cinco de cabine) e 166 passageiros a bordo. A massa total no *lift off* foi de 69 365 Kg.

A descida para LPPD iniciou-se pelas 20:12 horas. Pouco antes do IAF – posição NAVPO – alcançado às 20:30 horas, o PF seleccionou ambos os *Auto Pilots*, para cumprir um *straight in approach* à pista 30 apoiado em *Instrument Landing System* (ILS).

Aos 875 pés RA, o PF desligou os AP e continuou a aproximação manualmente, com o FD seleccionado em LOC & G/S e o A/THR em SPEED.

A aproximação foi executada com a aeronave em configuração normal para aterragem. Para uma *landing mass* de 63 900kg, a velocidade era de 141kt, valor seleccionado e seguido durante o *approach*. A MLM do CS-TKO é de 64 500kg.

Às 20:35 horas, a aeronave efectuou uma aterragem dura (*hard landing*), ressaltou no asfalto, elevando-se a uma altura de 12 pés (3,65 metros) e voltou à pista (*bouncing landing*) em situação, mais agravada, de *severe hard landing*.

No estacionamento, o comandante reportou *hard landing* ao mecânico de serviço e mostrou-lhe o *DMU Load Report* (fig. 2) do avião, e ambos tentaram uma interpretação coerente dos dados, sem sucesso.

Nesse *Load Report* apareciam dois valores que estavam relacionados com os impactos verificados nos dois pousos [max. 4.85g, limite 2.60g, sendo a razão um VRTA (aceleração vertical)] mas que não conseguiram esclarecer, pelo que assumiram que os valores eram erróneos.

¹ No *briefing* entre pilotos é estabelecido quem voará a aeronave (PF), cabendo ao PNF o desempenho de tarefas de apoio ao PF, tais como o estabelecimento das comunicações ar/terra, recolha dos dados de meteorologia (em rota, no destino e no alternante), a execução da leitura de *checklists*, sendo a sua função mais importante a do *cross-check* das acções do PF e a monitorização da condução do voo.

Era de noite, o Departamento de Engenharia estava fechado e não conseguiram obter ajuda para esclarecimento da mensagem do *Load Report*.

Ambos os pilotos e o mecânico passaram uma inspecção visual ao trem de aterragem, não tendo detectado qualquer irregularidade. O evento não foi registado na Caderneta Técnica.

O voo de regresso a LIS decorreu sem qualquer problema. Na aterragem em Lisboa, a tripulação fez novo relato oral da aterragem dura em Ponta Delgada. O comandante pediu ajuda, de novo, para a interpretação do *DMU Load Report*, outra vez sem sucesso.

Porque o turno que acabara de entrar de serviço às 00:00 horas (saída às 08:30 horas) também não conseguiu interpretar os dados, a informação foi passada ao turno seguinte que entrou às 08:00 horas (havia uma sobreposição de meia hora para análise conjunta dos dados).

O tempo decorrido até à passagem de informação foi longo, a hora de partida para o novo serviço do avião aproximou-se e a aeronave foi preparada para o voo seguinte sem que a descodificação dos dados fosse realizada.

Em nenhum dos sectores seguintes foi detectada qualquer anomalia, quer pelas tripulações técnicas na sua inspecção externa entre voos, quer pelos mecânicos que prestaram assistência ao avião, não tendo sido feito qualquer reporte na Caderneta Técnica de suspeita de aterragem dura.

O CS-TKO realizou ainda mais seis sectores após o evento, até chegar a hora de entrar em inspecção A.

1.2 LESÕES

LESÕES	TRIPULAÇÃO	PASSAGEIROS	OUTROS
FATAIS	—	—	—
GRAVES	—	—	—
LIGEIRAS	—	—	—
NENHUMAS	7 (2+5)	166	

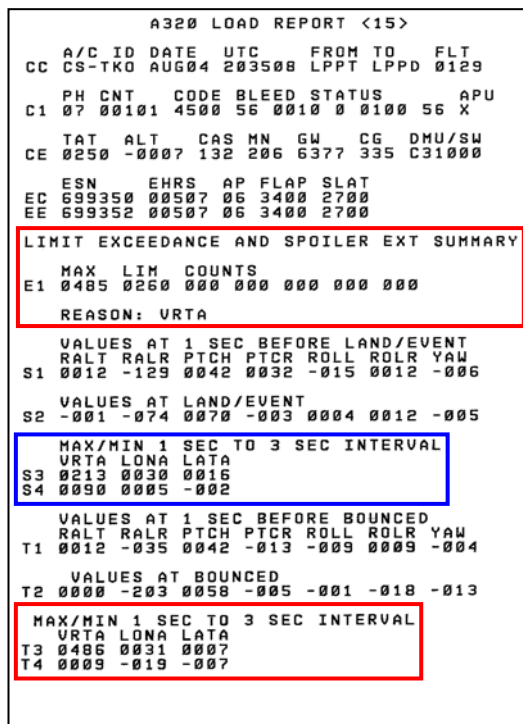


Fig. 2 – Load Report

1.3 DANOS NA AERONAVE

Foram detectados danos nos “LH and RH Wing Shroud Box Lower Panels” (fig. 3, 4, 5 e 6). Alguns rebites de fixação destes painéis saltaram das suas sedes.



Fig. 3 – Perna esq.ª do trem



Fig. 4 – Perna dt.ª do trem



Fig. 5 - LH Wing Shroud Box Lower Panel

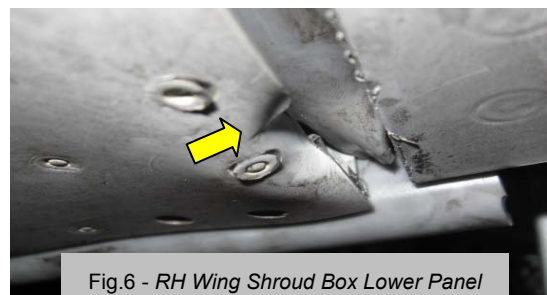


Fig. 6 - RH Wing Shroud Box Lower Panel

Os pneus do trem principal evidenciavam sinais de terem sido sujeitos a esforços consideráveis, notando-se marcas de deflexão na borracha devido ao impacto com o solo (fig. 7).

A perna do nariz tocou o solo suavemente pelo que não apresentava danos.

Informação mais detalhada, recolhida durante o progresso da inspeção, está descrita em 1.16 – Testes e Pesquisas.



Fig. 7 – Marcas nas paredes dos pneus da deflexão sofrida por efeito da aceleração vertical verificada durante a *hard landing*.



1.4 OUTROS DANOS

Não se registaram danos a terceiros.

1.5 INFORMAÇÃO SOBRE O PESSOAL

1.5.1 Tripulação Técnica

A tripulação técnica era composta por dois pilotos, com as seguintes referências:

Referências	Comandante	Co-piloto
<u>Identificação:</u>		
Sexo	Masculino	Masculino
Idade	44 anos	49 anos
Nacionalidade	Portuguesa	Portuguesa
<u>Licença:</u>		
Designação/Nº	ATPL(A) / N/D	ATPL(A) / N/D
Emitida por/em	INAC / N/D	INAC / N/D
Validade	20-02-2010	30-11-2009
<u>Experiência de Voo:</u>		
Total	4 592.00 horas	4 550:00 horas
No tipo	1 206:10 horas	2 200:00 horas
Na função	233:00 horas	2 200:00 horas
Nos últimos 28 dias	56:55 horas	57:15 horas
Nos últimos 7 dias	16:50 horas	14.40 horas
Nas últimas 24 horas	6:15 horas	6:15 horas
Aterragens nas últimas 24 horas	3	3
<u>Exame Médico Aeronáutico:</u>		
Classe	Classe 1	Classe 1
Último Exame Médico	30-05-2009	21-01-2009
Restrições e/ou limitações	VNL	VNL

A tripulação efectuou um total de serviço de 10:00 horas, tal como foi mencionado no relatório de serviço.

Ambos os pilotos receberam treino de refrescamento *on ground* e foram verificados em simulador e em linha.

1.5.2 Técnicos de Manutenção:

Todos os técnicos de manutenção estavam certificados em Airbus A-320 podendo fazer o despacho do avião.

1.6 INFORMAÇÃO SOBRE A AERONAVE

1.6.1 Geral

O CS-TKO era a mais recente aquisição do operador e foi incorporado na frota A-320 SATA em Maio de 2009. Era um avião de transporte de passageiros e estava dotado de 165 lugares distribuídos por duas classes. Tinha ainda as seguintes características:

REFERÊNCIA	CÉLULA	MOTORES		
		# 1	# 2	
Fabricante	Airbus Industries SA	CFM International		
Modelo	A320-214	CFM56-5B4/3		
Nº de Série	3891	699350	699352	
Ano de fabrico	2009	N/D	N/D	
Tempo desde Novo (TSN):	533:58 horas	538:03 horas	537:48 horas	
Tempo desde Inspeção (TSO):	N/A	N/A	N/A	
Aterragens/Ciclos:	237	246	245	
Ultima Inspeção A1:	533:58 horas	538:03 horas	537:48 horas	
MTOM	77 000 Kg			
Max. POB	(2+5) + 165			
Licenças/Certificados	Nº	Entidade Emissora	Data	Validade
Certificado de Matrícula	2898/1	INAC	29/05/09	29/05/10
Certificado de Navegabilidade	PT-0103/09		29/05/09	29/05/10
Licença de rádio	1453/1		29/05/09	29/05/11
Certificado de Seguro				30/11/2009

Não tinha restrições ou limitações registadas na Caderneta Técnica nem no *Hold Item List*.

1.6.2 Desenho e actuação do Sistema de *Ground Spoilers*

1.6.2.1 Descrição

O sistema de *ground spoilers* do A320 compreende 5 *spoilers* em cada asa (fig. 8) controlados electricamente e actuados por processo hidráulico.

Por uma questão de fiabilidade, os *spoilers* são comandados por três *Spoiler Elevator Computers (SEC)* e actuados por sistemas hidráulicos diferentes.

Todos estes *spoilers* actuam como *ground spoilers*; os *spoilers* 2 a 4 também são usados como *speedbrakes* em voo.

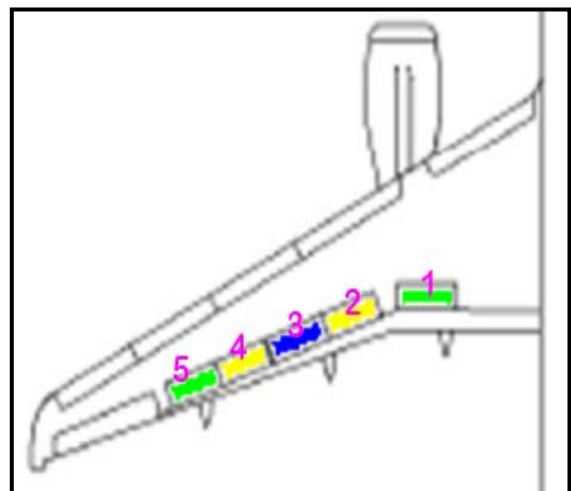



Fig. 8 – Localização dos *spoilers* nas asas.

Os *spoilers* 2 a 5 completam a acção dos *ailerons* no controlo lateral da aeronave.

Quando um dos *spoilers* falha o seu desempenho numa das asas, o *spoiler* correspondente da outra asa fica inibido na sua acção, para que não haja assimetria no controlo do avião.

A318/A319/A320/A321		FLIGHT CONTROLS		1.27.10	P 12
		DESCRIPTION		SEQ 001	REV 37

GROUND SPOILER CONTROL

Spoilers 1 to 5 act as ground spoilers.
When a ground spoiler surface on one wing fails, the symmetric one on the other wing is inhibited.

Arming
The pilot arms the ground spoilers by pulling the speedbrake control lever up into the armed position.

Full extension
The ground spoilers automatically extend during rejected takeoff, at a speed greater than 72 knots, or at landing when both main landing gears have touched down, when :

- R · Ground spoilers are armed and all thrust levers are at or near idle, or
- R · Reverse is selected on at least one engine (other thrust lever at or near idle), if ground spoilers were not armed.

Note : · In autoland, the ground spoilers fully extend at half speed one second after both main landing gear touch down.
R · The spoiler roll function is inhibited when spoilers are used for the ground spoiler function.
R

Partial extension
The ground spoilers partially extend (10°) when reverse is selected on at least one engine (other engine at idle), and one main landing gear strut is compressed. This partial extension, by decreasing the lift, eases the compression of the second main landing gear strut, and consequently leads to full ground spoiler extension.

Retraction
The ground spoilers retract :

- After landing, or after a rejected takeoff, when the ground spoilers are disarmed.

Note : If ground spoilers are not armed, they extend at the reverse selection and retract when idle is selected.

- During a touch and go, when at least one thrust lever is advanced above 20°.

Note : After an aircraft bounce, the ground spoilers remain extended with the thrust levers at idle.

Fig. 9 - FCOM 1.27.10 – “Comandos de voo – Descrição”

1.6.2.2 Operação dos Ground Spoilers

Quando o manípulo de controlo dos *speedbrakes* é colocado na posição *armed* os *ground spoilers* ficam aptos a estenderem-se automaticamente.

Dependendo das circunstâncias, os *spoilers* saem parcial ou completamente, de acordo com os seguintes critérios:

- a. **Descolagens descontinuadas** – Com os *spoilers* na posição *armed*, se a velocidade exceder 72kt, os *ground spoilers* estender-se-ão automaticamente assim que ambas as manetes de potência forem colocadas em *IDLE*; se os *spoilers* não estiverem na posição *armed*, mas a velocidade for superior a 72kt, os *ground spoilers* sairão completamente assim que o *reverse* for seleccionado pelo menos num dos reactores (e desde que a manete do outro reactor não esteja acima de *IDLE*).
- b. **Aterragem** – Se os *spoilers* estiverem na posição *armed* e ambos os *reversers* estiverem em *IDLE*, os *ground spoilers* estender-se-ão logo que ambas as pernas do trem principal toquem o solo; se os *spoilers* não estiverem em *armed* no

momento em que ambas as rodas do trem principal tocarem o solo, os *ground spoilers* sairão totalmente assim que um *reverse* for seleccionado pelo menos num dos reactivos (e desde o momento que a outra manete esteja em *IDLE*).

- c. **Extensão parcial** – De forma a tornar mais efectivo o pouso da aeronave na pista, há uma saída parcial (10°) dos *spoilers* assim que o amortecedor de uma das pernas do trem principal é comprimido na altura da aterragem, – estando os *spoilers* armados e o *reverse* seleccionado num dos reactivos (e desde que a outra manete de potência esteja em *IDLE*). Desta forma a sustentação da aeronave é diminuída, facilitando o pouso da outra perna do trem que, ao ser comprimida, desencadeia a saída total dos *ground spoilers*.

1.6.2.3 Lógica da extensão dos Ground Spoilers

Todas estas funções podem ser condensadas neste diagrama do Sistema Lógico:

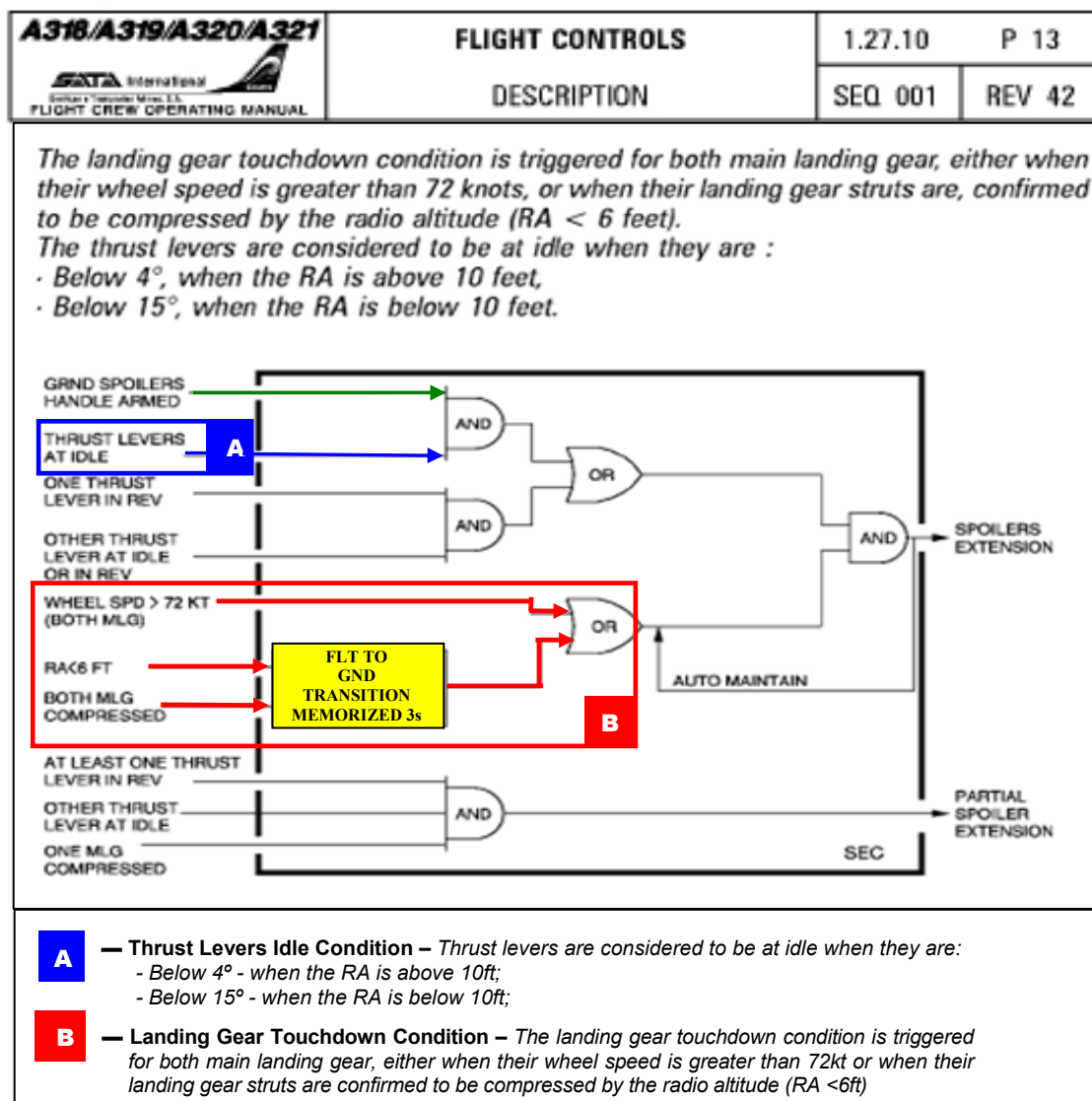


Fig. 10 – FCOM 1.27.10 – “Comandos de voo – Descrição”



Em resumo, os *Ground Spoilers* estendem automaticamente quando coexistem duas condições:

1. *Ground spoilers* armados.

Por "*Ground Spoilers* armados" entende-se:

- a. Alavanca dos *speedbrake* colocada na posição "*ARMED*" e ambos os manípulos de THR em *IDLE* ou,
- b. Pelo menos um *reverse* seleccionado e os manípulos de THR não estejam acima de *IDLE*;

e

2. Aeronave no chão.

Por "Aeronave no chão" entende-se:

- a. Rodas a rolar a uma velocidade superior a 72kt, ou
- b. Ambas as pernas do trem principal comprimidas e uma altitude de RA inferior a 6 pés.

NOTA: Esta transição de voo para o solo tem uma memorização de 3 segundos para a saída dos *Ground Spoilers*.

1.7 INFORMAÇÃO METEOROLÓGICA

A informação meteorológica (METAR) recebida a bordo às 20:12:23 indicou:

- ▶ LPPD 042000z - 01009Kts 330V040 9999 FEW 016 21/15 Q 1020.
- ▶ LPPD 042030z - 02008Kts 350V050 9999 FEW 016 21/15 Q 1020.

Especificamente na fase da aterragem não se registaram variações de vento ou de existência de *windshear*, mas o DFDR apontou ligeiras variações na altura do toque na pista, mostrando até a existência de uma componente de cauda de 5kt².

1.8 AJUDAS À NAVEGAÇÃO

Todas as ajudas à navegação de apoio à aproximação estavam operativas.

1.9 COMUNICAÇÕES

As comunicações rádio estabelecidas entre o CS-TKO e os diversos centros de controlo revelaram-se normais, claras, inequívocas e sem dificuldades.

² A informação da direcção e intensidade do vento é dada pelo ADIRS. A sua precisão é de 10º/10kt para ventos acima dos 50kt de intensidade. Assim, na presença de ventos de intensidade mais baixa, os dados fornecidos devem ser tomados apenas como mera indicação já que a informação não é fiável.

1.10 INFORMAÇÃO SOBRE O AEROPORTO

1.10.1 Generalidades

Nome, localização e Código ICAO: João Paulo II – Ponta Delgada/Açores – LPPD

Coordenadas: 37 44 31N 025 41 52W (Intersecção da pista 12/30 com o Taxiway “F”)



Fig. 11 - Fotografia Satélite do Aeroporto João Paulo II (Imagem NASA – Google Earth)

Características da pista 30:

- Cobertura e dimensões (comp. x larg.): asfalto; 2 426m x 45m
- QFU – 301°
- Slope 1%
- Elevações – aeroporto: 79m; THR – 57m; TDZ – 62 m.
- Distâncias declaradas: TORA: 2426m; TODA: 2626m; ASDA: 2426m; LDA: 2279m
- Luzes de aproximação: Tipo de VASIS: PAPI bilateral de três luzes, a 3°, coincidente com o ângulo da ladeira. MEHT – 21m.

1.10.2 Aproximação ILS/DME à pista 30

A pista 30 de LPPD está equipada com um sistema ILS de CAT I apoiado em DME a ler “zero” no ponto de aterragem. Uma vez que a aproximação é feita sobre o mar, não tem *outer marker* sendo o DME fundamental para a aproximação.

Ao tráfego que chega via posição NAVPO, o IAF localiza-se a 19nm (DME) do *touch-down* permitindo, assim, uma aproximação directa ao ILS. Para todas as outras aproximações o IAF deve ser considerado a 12nm (DME), após a execução de um procedimento de *tear drop*.

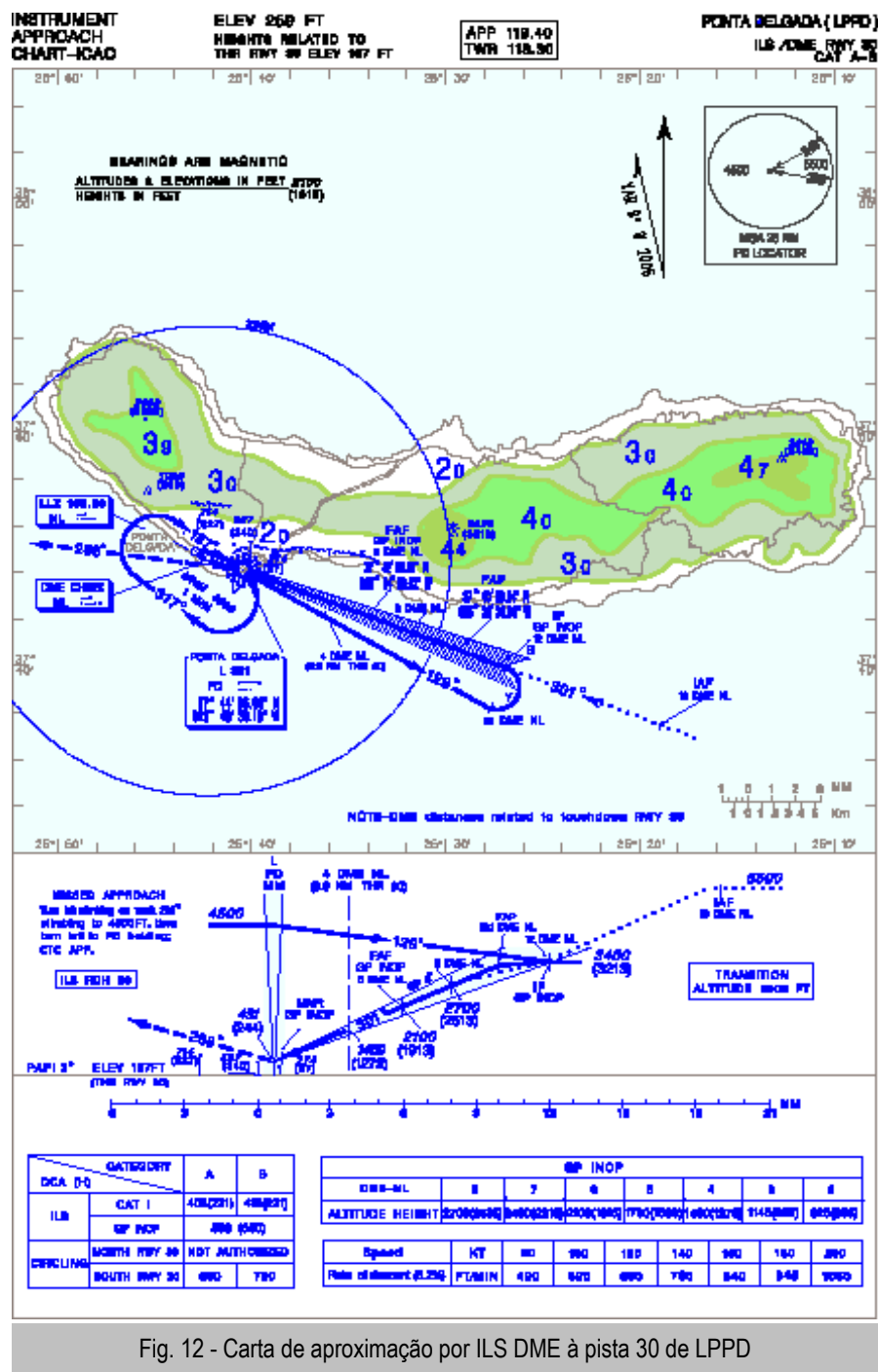


Fig. 12 - Carta de aproximação por ILS DME à pista 30 de LPPD



1.11 REGISTADORES DE VOO

O sistema de gravação de dados de voo (FDRS) que grava os parâmetros de voo obrigatórios do CS-TKO era composto pelos seguintes elementos:

- *Linear Accelerometer (LA)* – É um acelerómetro linear de três eixos, para medição da aceleração exercida em qualquer dos eixos da aeronave;
- *Flight Data Interface and Management Unit (FDIMU)* – Encarrega-se de efectuar a recolha e o processamento dos parâmetros de SDAC, DMC, FWC, BSCU, DFDR *pushbutton*, GND CTL *pushbutton* e relógio;
- *Digital Flight Data Recorder (DFDR)* – Armazena pelo menos 25 horas de informação num dispositivo à prova de choque e de fogo;
- *Quick Access Recorder (QAR)* – Gravador opcional que armazena os mesmos dados registados pelo DFDR mas oferecendo uma melhor acessibilidade às equipas de manutenção.

1.11.1 Cockpit Voice Recorder (CVR)

O CVR da aeronave era um *Honeywell Solid State Cockpit Voice Recorder*, com o PN 980-6022-001, tinha capacidade para 120 minutos de gravação de informação áudio, digital e tempo, e possuía um ULB acoplado para sua detecção e localização submarina.

Porque a aeronave, depois da ocorrência, efectuou mais seis sectores, e o suporte de gravação do CVR é regravado continuamente, registando apenas as duas últimas horas de voo, não foi considerado para a investigação qualquer registo nele constante, por inadaptabilidade do conteúdo.

1.11.2 Digital Flight Data Recorder (DFDR)

O DFDR instalado a bordo do CS-TKO era um *Honeywell Solid State Flight Data Recorder*, com o PN: 980-4700-042.

1.11.3 Quick Access Recorder (QAR)

O QAR a bordo do avião era um *Dassault Electronic Quick Access Recorder*, com o PN: 1374-200-002

1.11.4 Perfil de aproximação e aterragem

Tanto o DFDR como o QAR foram recolhidos para descodificação e análise, tendo a ocorrência sido reconstruída tal como se segue:

I. Aproximação:

A aeronave iniciou uma aproximação à pista 30 do Aeroporto Internacional de Ponta Delgada, cumprindo o perfil do ILS com o A/THR seleccionado em *SPD Managed Mode*, os *Autopilots 1 & 2* engatados e os *Flight Directors FD1 & FD2* seleccionados nos modos G/S e LOC;

- Às 20:34:17 horas:
 - Os AP1 & AP2 foram desligados aos 875 pés e o PF continuou manualmente a aproximação à pista 30;
 - O A/THR continuou engatado em *SPD Managed Mode*;
 - Os FD1 & FD2 mantiveram-se seleccionados nos modos G/S e LOC.

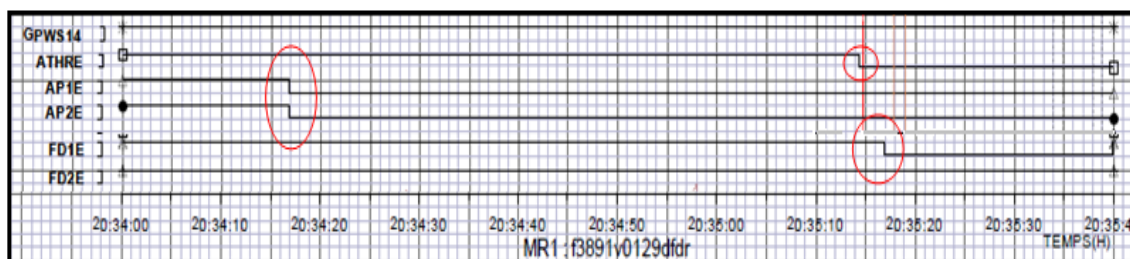


Fig. 13 – A/THR, AP 1 & 2, FD 1 & 2. Os círculos vermelhos assinalam o momento de desengate de cada um.

Nesta altura, a configuração da aeronave era a seguinte:

- A massa actual estimada na aterragem era de 63 900kg;
- O CG situava-se nos 30,4%;
- Os *SLATS/FLAPS* estavam seleccionados em *CONF FULL (27°/35°)*, as *THR Levers* estavam seleccionadas na posição de “CLB” e os *Ground Spoilers* estavam seleccionados em *armed*;
- Os impulsos dos *Side-stick* registados nos eixos longitudinal e lateral, bem como as acelerações verificadas em torno dos três eixos do avião, não denunciaram condições de turbulência;
- Não se registou desvio no perfil da ladeira (*Glide Slope*);
- Também não houve desvio significativo no perfil do *Localizer*;

- A V_{app} era de 141kt (a mesma velocidade seleccionada no *pilot's panel*).

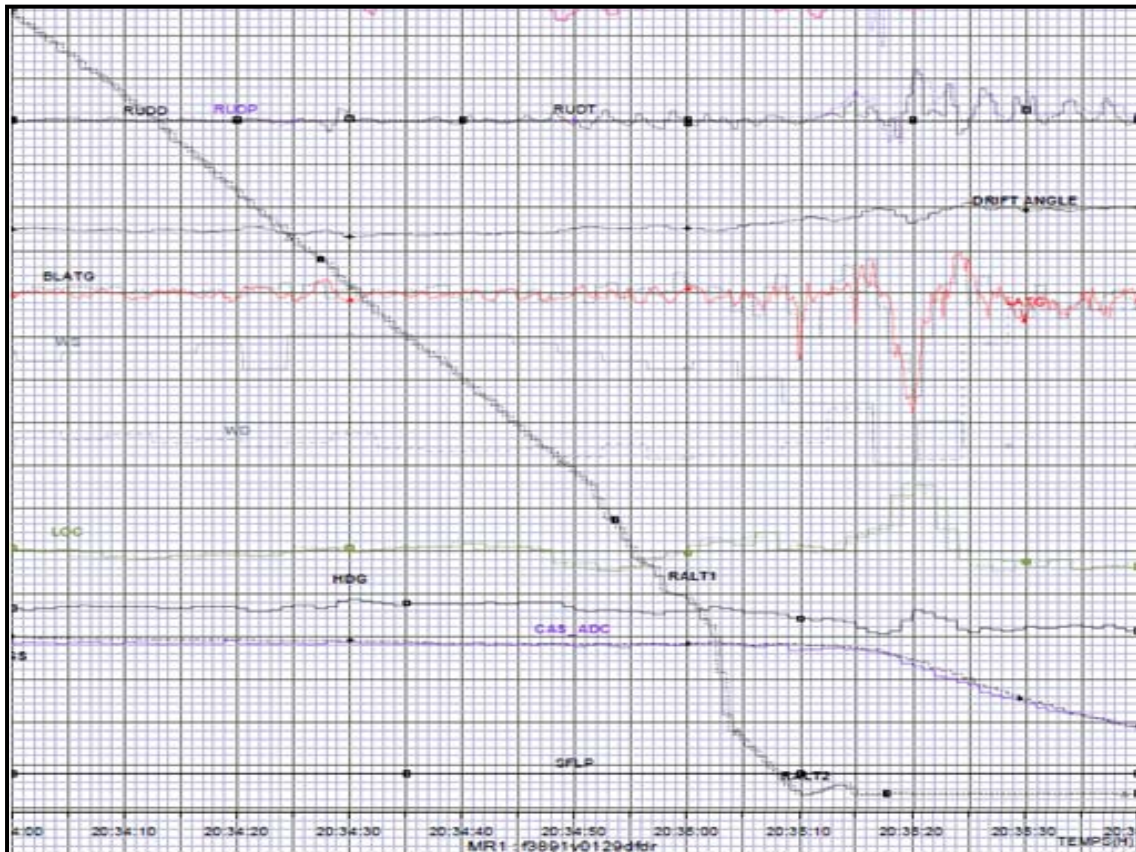


Fig. 14 – *Glide Slope e Localizer* sem variações; a velocidade manteve-se nos 141kt até ao *touchdown*.

❖ **Entre as 20:34:50 horas (450 pés RA) e as 20:35:07-25 horas (35 pés RA):**

Foi recolhida a seguinte informação:

- Entre as 20:34:50 horas e as 20:35:02 horas:
 - A aproximação foi feita com uma atitude inicial de $+2.5^\circ$ de *pitch*, baixando depois para os $+2^\circ$;
 - Seguiu-se um impulso de *nose-down* e a atitude da aeronave diminuiu para $+1.41^\circ$ de *pitch*;
 - A aceleração vertical estava estabilizada à volta de um 1g;
 - O *rate* de descida variou entre os 710 pés/min. e os 850 pés/min;
- Às 20:35:02 horas:

Registou-se uma súbita diminuição na altura (dos 220 pés RA para os 90 pés RA). No entanto, o *rate* de descida manteve-se estabilizado nos 800 pés/min. (esta diminuição súbita na altura corresponde a um perfil orográfico do terreno que sobe antes da pista 30).

❖ **Entre as 20:35:07-25 horas (35 pés RA) e as 20:35:10 horas:**

- O *flare* iniciou-se aos 35 pés RA, com um impulso de 12.5° no *side-stick* do PF e o ângulo de *pitch* aumentou de 1.41° para 7.03° , o *rate* de descida desceu para 752 pés/min. A velocidade diminuiu dos 139.8kt para 134kt;
- A aceleração vertical aumentou para os 1.27g.
- Os manípulos de THR não foram reduzidos antes do *touchdown*.

❖ **Entre as 20:35:09 horas e as 20:35:14 horas**

II. Primeiro Touchdown

- Às 20:35:09 horas:
 - A aeronave tocou a pista com ambas as pernas do trem principal em simultâneo, a uma VT de 141kt, uma velocidade vertical de 12.5 pés por segundo (752 pés/min), com uma atitude de 7.03° *nose up*;
 - A aceleração vertical foi de +2.13g;

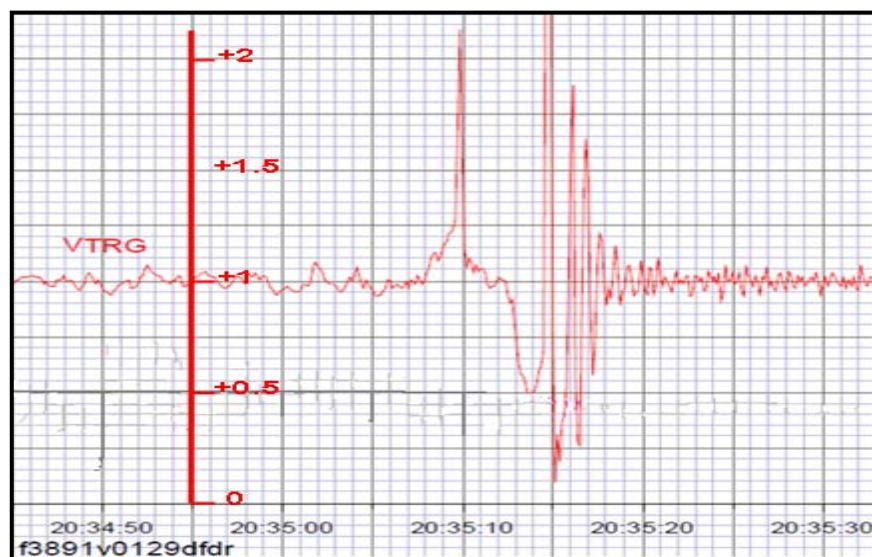


Fig. 15 – Gráfico da aceleração vertical do CS-TKO

- Os manípulos de THR mantiveram-se na posição de CLB, mantendo-se o A/THR seleccionado.
- Não houve extensão dos *Ground Spoilers*.

III. Bounce

- Às 20:35:11 horas:
 - A aeronave ressaltou na pista. O PF reagiu, comandou ordem de *nose-up* e o *pitch* conservou-se em $+7^\circ$;

- Às 20:35:12 horas:
 - Durante o *bounce*, o PF aplicou vários *inputs* alternados de *pitch up/pitch down* que levaram à alteração da atitude para 3.7° *up*;
 - Com o A/THR activo e a velocidade a decair, o automatismo reagiu e a potência começou a aumentar em ambos os reactores.
- Às 20:35:13 horas:
 - A aeronave subiu a 12 pés RA;
 - O PF aplicou *full nose-up input* e o *pitch* aumentou de novo.
- Às 20:35:13,5 horas:
 - Os manípulos de THR foram colocados em *IDLE* de que resultou o desengate do A/THR (fig. 13) e decréscimo de potência;
 - Simultaneamente, os *Ground Spoilers* estenderam, desenvolvendo *drag* e fomentando a aceleração vertical da aeronave em direcção ao solo (fig.16).
- Às 20:35:14 horas:
 - A acção aplicada aos pedais de *rudder* manteve-se durante o *bounce* que durou cerca de cinco segundos.

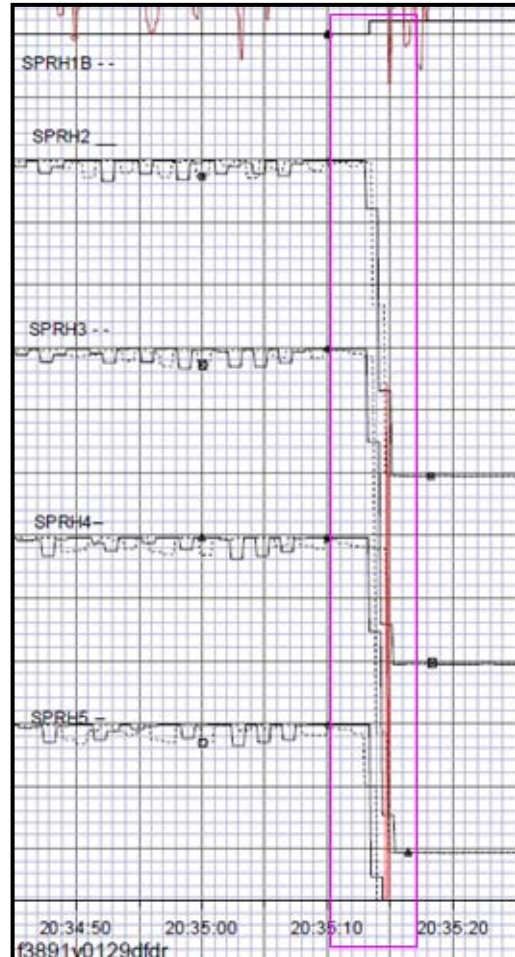


Fig. 16 – Gráfico mostrando a saída dos Spoilers.

❖ Entre as 20:35:14 horas e as 20:35:17 horas

IV. Segundo Touchdown

- Às 20:35:14,5 horas:
 - A aeronave embateu de novo na pista com ambas as pernas do trem quase em simultâneo. A velocidade-terreno era de 138kt;
 - A aceleração vertical atingiu um pico de +4.86g³ (fig. 17);

³ O AMM, capítulo 05-51-11, define como *Hard Landings* as aterragens cuja aceleração vertical é superior a 2.6g

- Às 20:35:16,5 horas:
 - PF ordenou *nose-down* e o *pitch*, então a 4.5° de *nose-up*, começou a diminuir;
 - Ambos os manípulos de THR foram momentaneamente colocados fora da posição de *IDLE*.

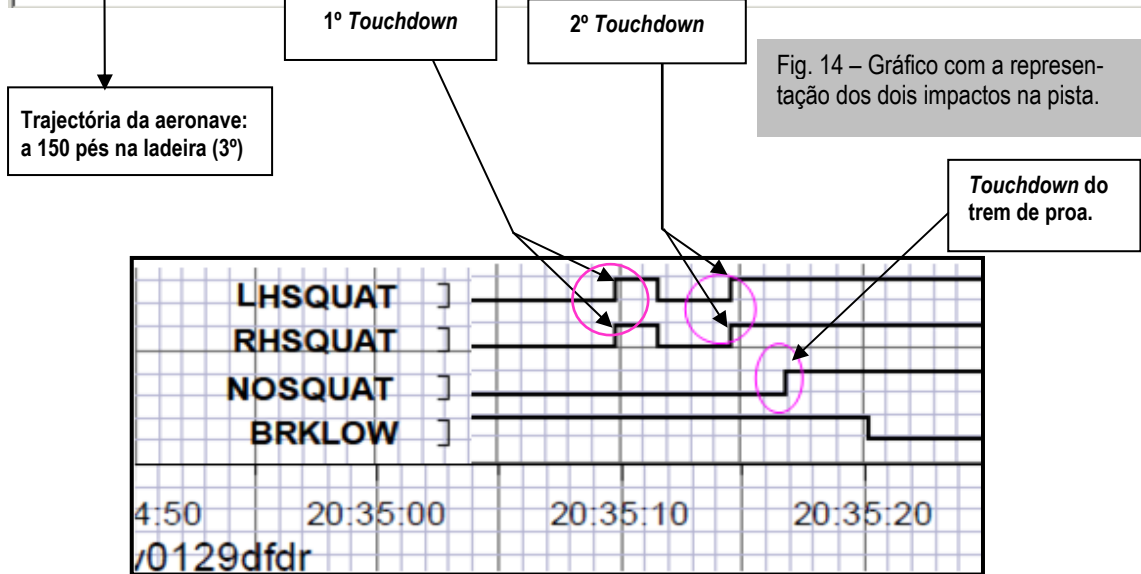
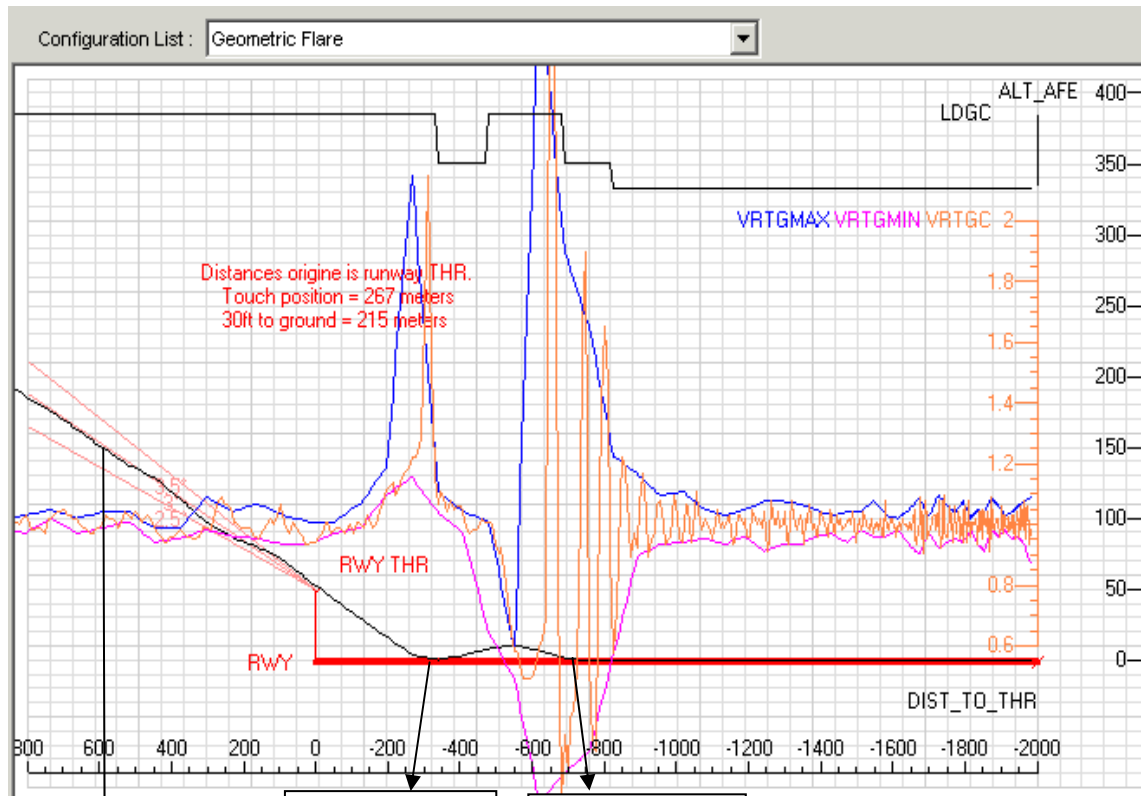


Fig. 14 – Gráfico com a representação dos dois impactos na pista.

Fig. 15 – Gráfico dos sensores do trem principal e de proa.



❖ Entre as 20:35:17 horas e as 20:35:22 horas

V. Touchdown do Trem de Proa e Desaceleração

- Às 20:35:17 horas:

O trem de nariz tocou suavemente o solo, com uma aceleração registada de +1.6g, 2,5 segundos depois do trem principal;

- Às 20:35:18,5 horas:

Os *Reversers* foram actuados (os manípulos de THR estavam a -20°) e aplicados os travões.

1.12 INFORMAÇÃO SOBRE O IMPACTO E OS DESTROÇOS

Não aplicável.

1.13 INFORMAÇÃO MÉDICA E PATOLÓGICA

Não aplicável.

1.14 FOGO

Não houve incêndio.

1.15 SOBREVIVÊNCIA

Os ocupantes do CS-TKO estavam sentados e de cintos apertados no momento da aterragem e as forças de impacto foram absorvidas pelos amortecedores do trem principal.

Dadas as características do acidente não foi necessária a intervenção dos meios de emergência e socorro do aeroporto para assistência à aeronave ou aos seus ocupantes.

1.16 TESTES E PESQUISAS

1.16.1 Aeronave em Inspeção

A aeronave entrou no hangar de manutenção no dia 6 de Agosto de 2009, para realização de uma inspeção programada do Tipo "A".

Devido ao *Load Report* foi empreendida uma verificação específica, de acordo com a AMM-05-51-11 – "*Hard/overweight landing inspection*" –, durante a qual foram detetados danos nos *Wing Shroud Box Lower Panels* esquerdo (deformado) e direito (frac-

turado) e marcas nos pneus indicativos de terem estes sido sujeitos a compressões importantes (Ref. em 1.3 – Danos na Aeronave, pág. 10).

O fabricante foi contactado para avaliação conjunta e foi aprovado um programa especial de inspecção cobrindo toda a estrutura da aeronave, trem principal, reactores e APU. Porque o trem de proa não foi sujeito a situações de árduas, não foi considerada a sua remoção.

Os factos apurados nesse programa, bem como as acções correctivas levadas a cabo, foram reportados pelo operador no quadro seguinte:

CS-TKO Inspection Status	
<p>1. General Inspections (AMM 05-51-11 Inspection for Severe Hard Landing)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Small damage in LH & RH Wing Shroud Boxes Lower Panel - damage repaired. ○ No further damage found. <p>2. Fuselage - Sections 18 and 19.1</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>3. Fuselage - Sections 15, 16/17, 19, Keel Beam and rudder</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Small mark found on AFT cargo door lock fitting/fitting blended-out. ○ Small gap found in a fitting in the aft cargo compartment/applied sealant to fill the gap. ○ Some cracked sealant found in the aft cargo compartment/restored sealant. ○ No further damage found. <p>4. Fuselage - Section 21</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Found just one hi-lock broken - hi-lock replaced. ○ No further damage found. <p>5. Belly Fairings</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>6. Fuselage - Sections 11/12 and 13/14</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>7. Cockpit</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>8. Pylons and engine mounts</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sealant in pylon-to-wing #1 aft attachment fitting found damaged - sealant to be restored. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Small crack found in a pylon #1 inboard panel - panel will be replaced. ○ No further damage found. <p>9. Thrust reversers and Nacelles</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>10. Wing structure</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Lack of sealant at aft edge of reinforcing plate - RH wing bottom skin - seal repaired. ○ Some fasteners found with head dishing - fasteners to be replaced. ○ Some fasteners found with cracked paint around head - paint to be restored. ○ Slight ovality in MLG rib lugs with no further findings - lugs reworked. ○ Small damage in LH & RH Wing Shroud Boxes Lower Panel - damage repaired. ○ No further damage found. <p>11. Trimmable Horizontal Stabiliser (THS)</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Paint peeled off over a rivet head and over a sealant area in THS - will be repainted. ○ Slight waviness in panel 4 of the upper skin THS - waviness Ok according with Airbus. ○ Hinge arm #6 with small lack of material - hinge smoothly blended-out and reprotected. ○ No further damage found. <p>12. Engines</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings. <p>13. APU</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NIL Findings.

Pic. 18 – Maintenance findings and related corrective actions

Devido à complexidade e exigência de ferramentas especializadas, a inspeção ao trem principal não foi realizada na estação da empresa de manutenção encarregue dos trabalhos. Assim, foi decidido substituir ambas as pernas do trem principal por novas e enviadas ao fabricante (*Goodrich*) para posterior análise.

Technical Adaptation Statement of Approved Data		1. Date: 26-Nov-2009
		2. TA Ref.: TA-SEOT1-2009-383802-1
3. Subject : SEVERE HARD LANDING		4. Y/Ref.: 074.19-51-2009
5. Aircraft type or P/N: A320	6. MSN or S/N: 3891	7. FC: 231 FH: 523
8. Operator request: A320-214 MSN 3891 suffered a severe hard landing on August 4th, 2009. The maximum vertical acceleration recorded is 4,86g according to the loads report. The full inspection program requested by Airbus has been carried out and all findings have been corrected in accordance with Airbus requirements. RZO therefore request Airbus agreement to return MSN 3891 to service.		
9. Airbus response: The appropriate inspections, as detailed in SEOT1-2009-383802-Inspections-issue 02, have been performed. All corrective actions have been implemented, including replacement of LH and RH main landing gears and their structural components, and the 4 MLG wheels and tyres. The aircraft has been shown to be airworthy following this event and can return back to service		
10. Minor TA : <input checked="" type="checkbox"/>		Major TA : <input type="checkbox"/>
11. Definitive TA: <input checked="" type="checkbox"/> Temporary TA: <input type="checkbox"/>		Limitation: (if temporary) FC FH Days/Months/Years or date
12. Issuing Organization: SEOT1	13. Customer Services Engineer: CHRISTIAN LAHARY	
Declaration - The technical information described above is approved under the authority of EASA approved Design Organization Number EASA.21J.031 and as per EASA rules Part 21 Subpart M & D.		
Designated Airworthiness Engineer Signature:		
14. Name: Michel DURANT	15. Signature: APPROVED ENGINEER EASA DESIGN ORGANISATION APPROVAL Date :	
This approved data is based on the information and data provided by the requester to Airbus. Airbus disclaims any and all responsibility for incorrect or inaccurate information provided by the requester.		
Statement of Approved Data FM0900351		A5009 issue C
Page 1 / 1		

Fig. 19 – Technical Adaptation (Certificado de Conformidade Técnica)

Uma vez terminados os trabalhos de manutenção e os testes em terra terem garantido a navegabilidade da aeronave, o CS-TKO foi submetido a um ensaio de voo no dia 30 de Novembro, ultrapassado sem incidentes.

A empresa de manutenção emitiu, então, uma “Declaração de Aptidão para o Voo”:

TAP PORTUGAL	
Sheet (Folha) 1 of (de) 1	
MAINTENANCE RELEASE <i>(Declaração de Aptidão para o Voo)</i>	
<input type="checkbox"/> Check here in case of test flight <i>(Assinalar aqui em caso de voo de ensaio)</i>	
AIRCRAFT (Aeronave)	
MANUFACTURER <i>(Fabricante)</i> AIRBUS	MODEL <i>(Modelo)</i> A320-214
SERIAL NO. <i>(N.º de Série)</i> 3891	NATIONALITY & REGISTRATION MARKS <i>(Nacionalidade e Matricula)</i> PORTUGUESA CS-TKO
FLIGHT HOURS SINCE NEW <i>(Total de Horas de voo)</i> 534:33	CYCLES SINCE NEW <i>(Total de Ciclos)</i> 238
CUSTOMER/OPERATOR (Cliente/Operador)	
NAME <i>(Nome)</i> SATA INTERNATIONAL	ADDRESS <i>(Morada)</i> PONTA DELGADA - ACORES
<p>THE AIRCRAFT ABOVE IDENTIFIED WAS INSPECTED AND REPAIRED OR MODIFIED, EXCEPT AS OTHERWISE SPECIFIED, IN ACCORDANCE WITH PART 145 AND, IN RESPECT TO THE WORK PERFORMED, IS CONSIDERED READY FOR RELEASE TO SERVICE. <i>(A aeronave acima identificada foi inspeccionada e reparada ou modificada, excepto se de outra forma especificado, de acordo com a PARTE 145 e, relativamente aos trabalhos realizados, é considerada aprovada para serviço)</i></p> <p>DESCRIPTION OF WORK PERFORMED <i>(Descrição do trabalho efectuado):</i></p> <p>AI.1 Check; AD; EO's; RE's; RTR's and NR's + V/T04 ; AIRBUS TA -SEOT1-2009-383802-1 (EOs; RTR's and NR's).</p> <p>PERTINENT DETAILS OF THE REPAIR ARE ON FILE AT THIS MAINTENANCE ORGANIZATION UNDER EVENT No. (O processo documental com os detalhes dos trabalhos efectuados encontra-se arquivado nesta Organização de Manutenção, sob o nº do evento): AV 77008 and AV 77818.</p> <p>FOR SPECIAL REMARKS, SEE <u>2</u> ATTACHED SHEETS, BY THE ORIGINAL CERTIFICATE <i>(As condições especiais em que é emitida esta declaração estão indicadas nas folhas anexas ao certificado original)</i></p> <p>DATE <i>(Data)</i>: segunda-feira, 30 de Novembro de 2009</p> <p>SIGNATURE AND PRINTED NAME OF AUTHORISED PERSON BY QUALITY ASSURANCE DEPARTMENT: <i>(Assinatura e nome legível de uma pessoa autorizada pela Direcção da Qualidade):</i></p> <p>Sig (Ass): [Redacted] Name (Nome): [Redacted]</p>	
PART - 145 APPROVAL CERTIFICATE NO. PT.145.001	
<p>Maintenance & Engineering Quality Assurance Department P. O. Box 50194 1704-801 LISBOA - Portugal</p> <p>Tel. No. 351 21 8416204 Fax No. 351 21 8415775 SITA Code LISMVTP Telex 12231 TAP LIS P</p>	
TAP MOD ME 110	
REV. 6, 11 AGO 2009	

Fig. 20 - Maintenance Release Form (Declaração de Aptidão para o Voo)

1.16.2 Outras ocorrências semelhantes.



Há registo de várias ocorrências de *hard landings* envolvendo aviões da Airbus, não só com modelos da família A320, mas também com frotas do A330 e A340, todos eles com o mesmo ponto comum: a saída dos *Ground Spoilers* em voo após um *bouncing*.

1.17 ORGANIZAÇÃO E GESTÃO

1.17.1 Operações de voo

O Operador é uma companhia de transporte regular e não regular de passageiros, titular de um Certificado de Operador Aéreo (COA) concedido pelo INAC, operando de acordo com os requisitos da EASA e outras normas nacionais e internacionais e os procedimentos estabelecidos no seu Manual de Operações de Voo (MOV).

1.17.2 Tripulação técnica

A preparação e a qualificação dos pilotos são garantidas pelo departamento de formação do Operador, por companhias certificadas como TRTO, seguindo o *syllabus* do curso recomendado pelo fabricante e aprovado pela autoridade nacional. Os treinos e as verificações de simulador são conduzidos por Instrutores/Verificadores da companhia, devidamente certificados.

1.17.3 Manutenção

A manutenção da aeronave e dos seus equipamentos é garantida pelo Operador e efectuada por si, na manutenção de linha na base e em Lisboa e por outras empresas AMO contratadas para assistência fora da base. As revisões e outros trabalhos de manutenção estão a cargo do Departamento de Engenharia e Manutenção da TAP, em Lisboa. A SATA é responsável pelo controlo e supervisão da manutenção dos seus aviões, conforme especificado no Manual de Gestão de Manutenção (MME), aprovado pelo INAC e de acordo com os requisitos da EASA.

1.18 INFORMAÇÃO ADICIONAL

1.18.1 AMM – Aircraft Maintenance Manual

O Manual de Manutenção de Avião, no seu capítulo AMM 05-51-11-200-004 – *Inspection After Hard Landing*, considera existir (1) uma **aterragem dura** quando a aeronave, abaixo do seu Peso Máximo à Aterragem (MLW) e dentro do C.G., toca a pista com uma aceleração vertical a exceder os 2.6g mas inferior a 2.86g (ou com uma velocidade vertical acima dos 10 pés/seg. (600 pés/min.) mas abaixo dos 14 pés/seg. (840 pés/min.) e (2) uma **aterragem severa** quando a aeronave, abaixo do seu MLW e dentro do C.G., toca a pista com uma aceleração vertical (VertG) igual ou superior a 2.86g, ou com uma velocidade vertical igual ou superior a 14 pés/segundo.

Diz ainda o referido Manual que é responsabilidade da tripulação reportar a existência de uma aterragem dura/severa à equipa de Manutenção mas compete a esta a *avaliação do tipo de aterragem, com base na leitura do DMU Load Report ou da interpretação dos dados disponibilizados pelo FDRS. Na impossibilidade de se definirem o tipo de aterragem, dever-se-á optar por seguir os procedimentos de Severe Hard/Overweight Landing (fig. 21).*

A320
AIRCRAFT MAINTENANCE MANUAL

REFERENCE	DESIGNATION
<p>3. Job Set-up</p> <p>Subtask 05-51-11-210-090</p> <p style="margin-left: 20px;">A. Hard/Overweight Landing Inspection Requirements</p> <p>R **ON A/C 001-005, 008-050, 101-101, 104-111, 113-113, 401-406, 409-409, R 414-420, 422-499, 501-506, 552-559,</p> <p>R (Ref. Fig. 617/TASK 05-51-11-991-015, 618/TASK 05-51-11-991-016)</p> <p>**ON A/C 001-050, 101-101, 104-111, 113-113, 401-406, 409-409, 414-420, 422-499, 501-506, 552-559,</p> <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(1) Definitions There are several categories of hard/overweight landing:</p> <p>(a) Hard Landing A hard landing is a landing with an aircraft weight less than the Maximum Landing Weight (MLW) and:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a vertical acceleration (VertG) equal to or more than 2.6 g and less than 2.86 g at aircraft Center of Gravity (CG) or, - a vertical speed (Vs) equal to or more than 10 ft/s and less than 14 ft/s. <p>(b) Severe hard Landing A severe hard landing is a landing with an aircraft weight less than the Maximum Landing Weight (MLW) and:</p> <ul style="list-style-type: none"> - a vertical acceleration (VertG) equal to or more than 2.86 g at aircraft Center of Gravity (CG) or, - a vertical speed (Vs) equal to or more than 14 ft/s. </div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>(2) Hard/overweight Landing confirmation</p> <p>(a) It is the responsibility of the flight crew to make a report if they think there was a hard/overweight landing.</p> <p>(b) After a crew report of a hard/overweight landing, you must confirm the impact parameters to know the category of the landing. To know this, refer to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - the DMU load report 15 (Ref. TASK 31-37-00-200-001) or, - the FDRS read out. <p>(c) When you know the category of the landing, you must do the inspections for that category.</p> <p>NOTE : If you cannot confirm the impact parameter values with the DMU or the FDRS, you must do the inspection with the steps for a severe hard/overweight landing.</p> </div>	
<p>R EFF : 001-050, 101-101, 104-111, 113-113, 401-406, 409-409, 414-420, 422-499, 501-506, 552-559, XF</p>	<p>05-51-11 Page 678 Nov 01/08</p>

Printed in France

Fig. 21

1.18.2 Procedimentos Operacionais

1.18.2.1 Procedimentos de Voo

I. Generalidades

A política de operação da companhia segue as recomendações de operação feitas pelo fabricante, consubstanciadas no FCOM e destacadas no SOP, capítulo 3.03.00, uma vez que representam, do ponto de vista técnico e operacional, o melhor procedimento a ser adoptado.

II. Procedimentos Normais na Aterragem

O FCOM estabelece, numa operação normal de aterragem que, com a aeronave “estabilizada na aproximação, o flare deva ser iniciado aproximadamente aos 30 pés” e que “as manetes de potência dos reactores sejam colocadas na posição de IDLE”.

Mais relembra os pilotos para o facto de:

- “Em condições de operação manual de aterragem, o callout “RETARD” será desencadeado aos 20 pés de RA para lembrar o piloto de que deve trazer os manípulos de potência para a posição de aterragem (posição IDLE)”;
- E, em Nota, refere, no mesmo jeito de lembrança, que “Se um ou ambos os manípulos de potência estiverem fora do entalhe de IDLE”, a extensão dos Ground Spoilers ficará inibida”.

A318/319/320/321 FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	STANDARD OPERATING PROCEDURES	3.03.22	P 4
	LANDING	SEQ 100	REV 42

LANDING

The cockpit cut-off angle is 20 degrees.

- In stabilized approach conditions, the flare height is approximately 30 feet :
 - FLARE **PERFORM**
 - ATTITUDE **MONITOR**

The PNF should monitor the attitude, and call out :

- “PITCH, PITCH”, if the pitch angle reaches 7.5 degrees.
- “BANK, BANK”, if the bank angle reaches 7 degrees.

- **THRUST levers** **IDLE**

If autothrust is engaged, it automatically disconnects when the pilot sets both thrust levers to the IDLE detent.

In manual landing conditions, the “RETARD” callout is triggered at 20 feet Radio Altitude (RA), in order to remind the pilot to retard the thrust levers.

Note : If one or both thrust levers remain above the IDLE detent, ground spoilers extension is inhibited.

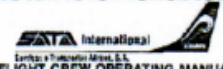
Fig. 22 - FCOM 3.03.22 – “Procedimentos Normais de Operação – Aterragem”



III. Técnicas Suplementares

No mesmo manual (FCOM), Capítulo 3.04.27 – *Supplementary Techniques - Flight Controls* –, do parágrafo “**Bounce at Landing**” sublinhamos a parte relevante:

“[...] Em caso de bounce de grande amplitude, inicie um borrego, mantendo a atitude primitiva de pitch. Recolha os flaps um ponto, e em seguida o trem, quando o avião estiver correctamente estabelecido no segmento de borrego. Em qualquer dos casos, não tente suavizar o (eventual) segundo impacto aumentando a atitude de pitch”.

A318/A319/A320/A321  <small>SATA International</small> <small>Seattle & Portland Area, S.A.</small> FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	3.04.27	P 5
		SEQ 001	REV 43

When time permits, the pilot should check the ECAM's FLT CTL page, and refine the rudder trim to give neutral lateral control, and also trim the rudder toward the spoilers that are up or toward the aileron that is farthest up to bring the lateral controls back to neutral.

ENGINE-OUT LANDING

The engine-out landing is basically a conventional landing. The pilot should trim to maintain the slip indication centered. It is yellow, as long as N1 is less than 80%. Between 100 and 50 feet, the pilot can reset rudder trim to make the landing run easier, and to recover full rudder travel in both directions.

BOUNCE AT LANDING

R In case of a light bounce, maintain the current pitch attitude and complete the landing, while maintaining the thrust at idle. In case of a high bounce, initiate a go-around, initially maintaining the pitch attitude. Retract the flaps one step, and then the landing gear, once the aircraft is properly established on the go-around segment. In all cases, do not attempt to soften the (potential) second touchdown by increasing the pitch attitude.

TRAINING TOUCH-AND-GO

With the nosewheel on ground, pitch trim automatically resets to zero. The pilot should select CONF 2 and add thrust. He must always move the thrust levers to TOGA to bring up the speed reference system (SRS), and then reduce to a lower thrust (not less than CL), if he chooses. Takeoff may be a little out of trim, which may affect the rotation slightly, but once the aircraft is off the ground, the control law holds the “out of trim”, then retracts at 50 feet.

Fig. 23 - FCOM – “Técnicas Suplementares – Comandos de Voo (*Bounce à aterragem*)”


Nota: Tanto o FCOM como o FCTM, não disponibilizavam na altura informação adequada para distinção de “*high bounce*” e de “*low bounce*”.⁴

⁴ Estas definições só se encontravam em SQ 309 - “*Landing Techniques Bounce Recovery*” (não distribuído aos pilotos como material de estudo. A SATA disponibiliza-as apenas no seu site para consulta de eventual interessado.

IV. Uso dos Automatismos

É política da Airbus que o uso dos automatismos do avião deva ser considerado durante o máximo tempo possível da operação da aeronave.

Segundo o FCOM 3.04.70, pág. 2, o piloto deve eleger o uso do A/THR durante a aproximação para uma melhor correcção do perfil e um controlo mais preciso do avião (fig. 24):

A318/A319/A320/A321  <small>Corporation & Transport Airline, S.A.</small> FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES POWER PLANT	3.04.70	P 2
		SEQ 100	REV 42

Use of autothrust in approach

The pilot should use autothrust for approaches. On final approach, it usually gives more accurate speed control, although in turbulent conditions the actual airspeed may vary from the target speed, by as much as five knots. Although the changeover between auto and manual thrust is easy to make with a little practice, the pilot should, when using autothrust for the final approach, keep it engaged until he/she retards the thrust levers to idle for touchdown. If the pilot is going to make the landing using manual thrust, he/she should disconnect the A/THR by the time he/she has reached 1000 feet on the final approach. If he/she makes a shallow flare, with A/THR engaged, it will increase thrust to maintain the approach speed until he/she pulls the thrust levers back to idle. Therefore he/she should avoid making a shallow flare, or should retard the thrust levers as soon as it is no longer necessary to carry thrust, and if necessary before he/she receives the "retard" reminder. When using autothrust, the pilot can always change thrust by moving the thrust levers above the CL detent. The thrust then increases to what corresponds to the thrust lever position. However, autothrust stays armed, and immediately takes effect when the thrust levers are returned to the CL detent. Therefore, the pilot should normally put the thrust levers back to CL, as soon as the aircraft has made the change for which he increased thrust. This feature gives the pilot a means of advancing phase on the autothrust in very difficult environmental conditions. But, it should only be needed in exceptional circumstances.

Note: *When below 100 feet, moving thrust levers above the CL detent, will result in A/THR disconnection.*

Although use of the autothrust is recommended for the entire approach, this does not absolve the pilot from his responsibility to monitor its performance, and to disconnect it if it fails to maintain speed at the selected value. Such monitoring should include checking on whether or not the managed speed, calculated by the FMGC, is reasonable. For more information concerning aircraft handling during final approach, refer to the FCOM Bulletin "Aircraft handling in final approach".

Fig. 24 - FCOM – "Técnicas Suplementares – Uso do *autothrust* na aproximação"

V. FCTM – Flight Crew Training Manual

No Manual de Treino de Tripulação Técnica (FCTM NO-160, edição de 8 JUL 08), na página 2/12, a Airbus recorda que *“Aos 20 pés, o callout automático de “RETARD” lembra o piloto para reduzir a potência. É mais uma lembrança do que uma ordem. Quando for mais conveniente, o piloto deverá reduzir a potência, por exemplo, se estiver alto e com velocidade na fase final, o piloto deverá reduzi-la mais cedo [...]”* (fig.25):

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	NORMAL OPERATIONS LANDING
--	--

[...]

FLARE

Ident.: NO-160-0005576.0001001 / 26 MAR 08
 Applicable to: ALL

PITCH CONTROL

When reaching 50 ft, auto-trim ceases and the pitch law is modified to flare law. Indeed, the normal pitch law, which provides trajectory stability, is not the best adapted to the flare manoeuvre. The system memorizes the attitude at 50 ft, and that attitude becomes the initial reference for pitch attitude control. As the aircraft descends through 30 ft, the system begins to reduce the pitch attitude at a predetermined rate of 2 ° down in 8 s. Consequently, as the speed reduces, the pilot will have to move the stick rearwards to maintain a constant path. The flare technique is thus very conventional.

From stabilized conditions, the flare height is about 30 ft. This height varies with different parameters, such as weight, rate of descent, wind variations...

Avoid under flaring.

- The rate of descent must be controlled prior to the initiation of the flare (rate not increasing)
- Start the flare with positive backpressure on the sidestick and holding as necessary
- Avoid forward stick movement once Flare initiated (releasing back-pressure is acceptable)


At 20 ft, the "RETARD" auto call-out reminds the pilot to retard thrust levers. It is a reminder rather than an order. The pilot will retard the thrust levers when best adapted e.g. if high and fast on the final path the pilot will retard earlier. In order to assess the rate of descent in the flare, and the aircraft position relative to the ground, look well ahead of the aircraft. The typical pitch increment in the flare is approximately 4 °, which leads to -1 ° flight path angle associated with a 10 kt speed decay in the manoeuvre. A prolonged float will increase both the landing distance and the risk of tail strike.

RZO A318/A319/A320/A321 FLEET FCTM	NO-160. P 2/12 08 JUL 08
---------------------------------------	-----------------------------

Fig. 25 – FCTM – “Procedimentos Normais de Operação – Aterragem (Flare)”

Na revisão seguinte (24 JUN 08), a Airbus introduziu mais algumas considerações acerca do controlo de *pitch* e de *thrust* na altura do *flare*, (destaque a amarelo no original), nomeadamente na chamada de atenção *“...o piloto deve assegurar-se que todas*

as manetes de potência estão em IDLE o mais tardar no touchdown, para assegurar a saída dos ground spoilers na aterragem” (fig. 26).

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	NORMAL OPERATIONS LANDING
--	--

This technique will ensure that performance margins are not compromised and provide adequate main gear clearance.

FLARE

Applicable to: ALL

PITCH CONTROL

When reaching 50 ft, auto-trim ceases and the pitch law is modified to flare law. Indeed, the normal pitch law, which provides trajectory stability, is not the best adapted to the flare manoeuvre. The system memorizes the attitude at 50 ft, and the attitude becomes the initial reference for pitch attitude at a predetermined rate of 2° down in 8 s. consequently, as the speed reduces, the pilot will have to move the stick rearwards to maintain a constant path. The flare technique is thus very

Prior to flare, avoid destabilization of the approach and steepening the slope at low heights in attempts to target a shorter touchdown. If a normal touchdown point cannot be achieved or if destabilization occurs just prior to flare, a go-around (or rejected landing) should be performed. The PNF monitors the rate of descent and should call "SINK RATE" if the vertical speed is excessive prior to the flare.

From stabilized conditions, the flare height is about 30 ft.

This height varies due to the range of typical operational conditions that can directly influence the rate of descent.


Compared to typical sea level flare heights for flat and adequate runway lengths, pilot need to be aware of factors that will require an earlier flare, in particular:

- High airport elevation. Increased altitude will result in higher ground speeds during approach with associated increase in descent rates to maintain the approach slope.
- Steeper approach slope (compared to nominal 3 °).
- Tailwind. Increased tailwind will result in higher ground speed during approach with associated increase in descent rates to maintain the approach slope.
- Increasing runway slope. Increasing runway slope and/or rising terrain in front of the runway will affect the radio altitude callouts down to over flying the threshold used by the flight crew to assess the height for the start of flare possibly causing flare inputs to be late. The visual misperception of being high is also likely.

Note that the cumulative effect of any of the above factors combined for one approach will require even more anticipation to perform an earlier flare.

RZO A318/A319/A320/A321 FLEET
FCTM

NO-160. P 2/12
24 JUN 09

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	NORMAL OPERATIONS LANDING
--	--

If the flare is initiated too late then the pitch changes will not have sufficient time to allow the necessary change to aircraft trajectory. Late, weak or released flare inputs increase the risk of a hard landing.

Avoid under flaring.

- The rate of descent must be controlled prior to the initiation of the flare (rate not increasing)
- Start the flare with positive (or "prompt") backpressure on the sidestick and holding as necessary
- Avoid forward stick movement once Flare initiated (releasing back-pressure is acceptable)

At 20 ft, the "RETARD" auto-call reminds the pilot to retard thrust levers. It is a reminder rather than an order. When best adapted, the pilot will rapidly retard all thrust levers, depending on the conditions, the pilot will retard earlier or later. However, the pilot must ensure that all thrust levers are at IDLE detent at the latest at the touchdown, to ensure ground spoilers extension at touchdown. In order to assess the rate of descent in the flare, and the aircraft position relative to the ground look well ahead of the aircraft. The typical pitch increment in the flare is approximately 4°, which leads to -1° flight path angle associated with a 10kts speed decay in the manoeuvre. Do not allow the aircraft to float or do not attempt to extend the flare by increasing pitch attitude in an attempt to achieve a perfectly smooth touchdown. A prolonged float will increase the landing distance and the risk of tail strike.

LATERAL AND DIRECTIONAL CONTROL

FINAL APPROACH

In crosswind conditions, a crabbed-approach wings-level should be flown with the aircraft (cockpit) positioned on the extended runway centerline until the flare.

FLARE

The objectives of the lateral and directional control of the aircraft during the flare are:

- To land on the centerline
- And, to minimize the lateral loads on the main landing gear.

The recommended de-crab technique is to use:

- The rudder to align the aircraft with the runway heading during the flare; and
- The roll control, if needed, to maintain the aircraft on the runway centerline. Any tendency to drift downwind should be counteracted by an appropriate lateral (roll) input on the sidestick.

In the case of a strong cross wind, the aircraft may be landed with a residual drift (up to about 5 °) to prevent an excessive bank.

Consequently, combination of the partial de-crab and wing down techniques may be required. Depending on cross wind value, this may result in touching down with some bank angle into the wind (hence with the upwind landing gear first).

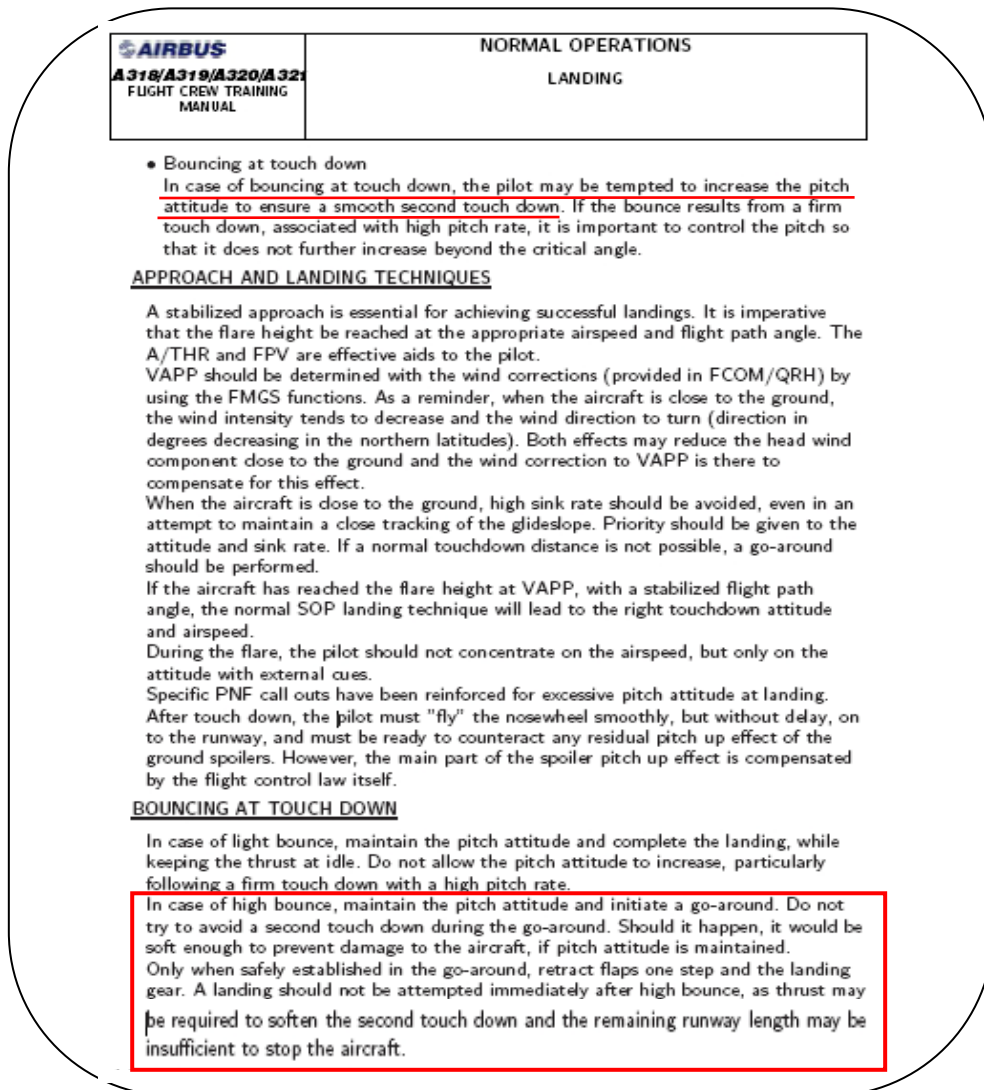
RZO A318/A319/A320/A321 FLEET
FCTM

NO-160. P 3/12
24 JUN 09

Pic. 26 – FCTM – “Normal Operations – Landing” Ed. 24 JUN 09

O FCTM não é um Manual de Operação (no seu sentido estrito) e é usado principalmente com o objectivo de treino. A SATA, tal como a maioria dos operadores tem dois períodos distintos de treino (primavera/verão). Assim, a frota inteira não estava ainda inteirada da modificação (que se verificou a menos de dois meses antes do acontecimento) e as recomendações anteriores continuavam a ser seguidas.

Nas págs. 11 e 12, § “BOUNCING AT TOUCHDOWN”, o FCTM refere que, “em caso de bouncing após o touchdown, o piloto pode ser tentado a aumentar a atitude de pitch para tornar o segundo touchdown mais suave” e que deve, nesse caso, “... manter a atitude de pitch e iniciar o go-around. Não deve tentar evitar um segundo touchdown durante o borrego. Se isso acontecer, este será suave e não provocará danos no avião, se mantiver a atitude de pitch. [...] A aterragem não deve ser tentada após um bounce de grande amplitude, pois poderá ser necessária potência para amortecer o segundo toque e a pista remanescente não ser suficiente para fazer parar a aeronave⁵”.



Pic. 27 – FCTM – “Normal Operations – Bouncing”

⁵ FCTM – Revisão de Julho de 2008.



Estes e outros avisos estão presentes em diferentes FOBN chamando a atenção dos pilotos para a importância de uma aproximação estabilizada, de um *flare* normal e atempado e a necessidade de terem as manetes de potência em *IDLE* no momento do *touchdown*.

Em todas as ocasiões, é referida a necessidade de colocar as manetes de potência em *IDLE* antes ou na altura do *touchdown*, sendo a razão apontada “a saída dos *ground spoilers* no *touchdown*. No entanto, em nenhuma circunstância é feita referência à possibilidade da saída dos *ground spoilers* no ar se, após um *bounce*, as manetes de potência forem trazidas para *IDLE* dentro do período de 3 segundos na transição de *FLT* para *GND* do conceito de memória de 3 segundos da Lógica dos *Ground Spoilers*.

1.18.2.2 Procedimentos da Airbus

Em consequência de episódios recorrentes observados em todos os seus modelos, a Airbus divulgou vários artigos na sua publicação oficial “*Flight Operations Briefing Notes*”, chamando a atenção dos pilotos para a importância de seguirem os procedimentos por si recomendados no FCOM e no FCTM na altura da aterragem, fazendo especial destaque à necessidade de se colocarem os manípulos da potência na posição *IDLE* antes do *touchdown*, de maneira a garantir a extensão dos *Ground Spoilers* quando o trem principal se comprimir na altura da aterragem. É posta especial ênfase no FOBN FLT_OPS_LAND – SEQ09 (“*Landing Techniques: Bounce Recovery - Rejected Landing*”).

No entanto, verificou-se a continuidade de *bounces*, seguidos de aterragens duras no segundo *touchdown*, pelo facto de as manetes de THR estarem acima de *IDLE* no momento da aterragem. A característica “da memória de 3 segundos na transição ar/terra”⁶ da lógica de extensão dos *Ground Spoilers* permitia a saída destes dispositivos em pleno voo, provocando a diminuição de sustentação e o aumento da aceleração vertical da aeronave até à pista.

Para minimizar esta consequência, a Airbus concebeu uma modificação a ser introduzida nas frotas A330 e A340 mas que ainda não tinha sido aplicada aos modelos da família dos A320 à data do acidente com o CS-TKO. Em consequência, a Airbus decidiu antecipar uma modificação no *Spoiler Elevator Computer (SEC)* dos A320.

Assim, a Airbus, em conjunto com a Thales Aviation S. A., desenvolveram e incorporaram algumas normas no *Spoiler Elevator Computer (SEC)*, por força do SB Nr A320-27-1198 datada de 01 de Julho de 2010.

O objectivo do novo *software* consiste em:

⁶ “*Flight to ground transition memorized 3s*”



- Melhorar a lógica do sistema de extensão dos *Ground Spoilers* no caso de aterragem com selecção das manetes dos *speed brakes* e/ou das manetes de potência em posição inadequada;
- Acrescentar novas condições apropriadas à fase de redução da sustentação da aeronave (*Phased Lift Dumping function*) a fim de reduzir aterragens duras após um *bounce* e
- Optimizar a lógica de acção do *reverse* para actuar de maneira mais assertiva perante o comportamento do Rádio Altimetro.

Basicamente, estas alterações, consubstanciadas sob a identificação “SEC 120”⁷, pressupõem permitir uma ordem de activação para a extensão parcial⁸ dos *Ground Spoilers*, permitindo a sua extensão para 10° mal seja detectada a condição de “avião no chão”, mesmo que as manetes de potência não estejam seleccionadas na posição adequada para a aterragem (*IDLE*).

1.18.2.3 Procedimentos da Operadora

Antes do acidente, o DCA/SE – Departamento de Continuidade de Aeronavegabilidade/Serviço de Engenharia da Operadora tinha emitido um Procedimento de Manutenção (PM16) que permitia aos seus TMA definir as acções a tomar na eventualidade de receberem, por parte dos pilotos, um reporte de ter havido *Hard/Overweight Landing*, num dos aviões da frota Airbus A320. Com a prudência de referir que esse PM não substituíra o estabelecido no 05-51-11-200-004, nele se resumia a identificação do que era uma *Severe Landing* e no que consistia uma *Hard/Overweight Landing*, bem como a actuação a empreender face a cada uma das situações. No entanto, não havia referência à maneira como fazer a leitura dos parâmetros fornecidos pelo *DMU Load Report*.

Após o evento sucedido com o CS-TKO, esse Departamento decidiu completar profusamente o referido PM, tendo o *Load Report* emitido pelo DMU desta aeronave servido de exemplo, e promoveu de imediato a uma Acção de Formação a todos os TMA da Operadora no sentido de os preparar para eventuais futuras ocorrências.

Depois da publicação do Relatório Preliminar do GPIAA, os pilotos da SATA cumpriram também um refrescamento de treino de *Balked and Bounced Landing Recover*.

1.19 TÉCNICAS DE INVESTIGAÇÃO

Não foi necessário o uso de técnicas específicas de investigação. Todos os factos foram coligidos de documentação oficial e dos relatórios das inspecções da aeronave.

⁷ Esta modificação foi introduzida pela publicação das SB nº 27-1198 e 27-1201 e passam a constar como *standard* em todos os modelos A320 com o MSN 4472 e seguintes.

⁸ *Partial Lift Dumping (PLD)*. Se a nova lógica PLD já estivesse implementada no CS-TKO, a altura do *bounce* seria reduzida e a VRTA no segundo *touchdown* seria cerca de +1,7g.

2. ANÁLISE

2.1 Factores Humanos

2.1.1 Acção dos pilotos

Os treinos e verificações em simulador e em linha foram efectuados de acordo com os SOP recomendados pelo fabricante e as avaliações dos pilotos constavam dos seus processos individuais. O último treino baseou-se na revisão de 08JUL08 do FCTM, uma vez que foi realizada antes da saída da nova versão em 24JUN09.

Ambos os pilotos estavam qualificados para o voo que efectuavam e tinham cumprido os tempos de voo, de trabalho e de repouso, em conformidade com os requisitos legais e os determinados pelo Operador.

Se bem que a preparação técnica dos pilotos não pressuponha a faculdade de interpretar os dados fornecidos pelo *DMU Load Report* é, no entanto, de sua responsabilidade (ref.^a fig. 21, pág.31), comunicar a suspeita de aterragem dura, devendo fazê-lo por escrito na Caderneta Técnica (CT) e verbalmente ao TMA de serviço, informando-o também da configuração da aeronave na aterragem para acção imediata antes do voo seguinte.

No entanto, os pilotos apenas o fizeram verbalmente, tanto ao TMA de PDL como ao Técnico de Manutenção de LIS.

2.1.2 Acção dos técnicos de manutenção

É da responsabilidade do TMA de serviço determinar se existiu aterragem dura, classificá-la e proceder, se for caso disso, à inspecção adequada de acordo com o AMM 05-51-11 tendo em conta as informações recebidas, registando na CT as acções tomadas antes do próximo voo a efectuar a seguir, em resposta à anotação dos pilotos (ref.^a fig. 21, pág.31 deste relatório).

O AMM é claro e específico nas tarefas a empreender sempre que for reportada uma aterragem dura ou severa: uma delas é proceder à leitura do *Load Report* para estabelecimento do tipo de aterragem e proceder de acordo com as inspecções apropriadas a cada caso, determinadas pelo fabricante.

Tanto os técnicos de manutenção de PDL como os de LIS consultaram o referido *Load Report*, apesar de nele constarem os valores que qualificam a aterragem como severa, não os conseguiram compreender possivelmente devido aos diferentes valores apresentados.

LIMIT EXCEEDANCE AND SPOILER EXT SUMMARY			
	MAX	LIM	COUNTS
E1	0485	0260	000 000 000 000
REASON: VRTA			

MAX/MIN	
VRTA	
T3	0485
T4	0000

Fig. 28



Assim, apenas foi realizada uma inspeção visual ao trem de aterragem após o acidente, pelo técnico de manutenção em conjunto com os pilotos, não tendo sido detetadas as irregularidades existentes nos *Shroud Boxes Panels* de ambos os lados.

A demora em detectar esta ocorrência poderia eventualmente, numa iteração de aterragens semelhantes, pôr em causa a segurança da aeronave e dos seus ocupantes. Até à altura da inspeção “A”, a aeronave realizou mais seis sectores e outras tantas aterragens.

2.2 FACTORES METEOROLÓGICOS

Os pilotos receberam informação meteorológica através dos METAR das 20:00 e das 20:30 horas que não revelavam significantes alterações na direcção e intensidade do vento. Especificamente na fase da aterragem não se registaram variações de vento ou existência de *windshear*, apesar de o DFDR ter apontado ligeiras variações na altura do toque na pista.

As condições atmosféricas na altura da aterragem estavam dentro das capacidades da aeronave e das competências da tripulação técnica.

Assim, o factor meteorológico não foi considerado contributivo para o acidente.

2.3 AERONAVE

A aeronave era nova (fabricada no ano do evento), estava devidamente certificada e a sua manutenção estava de acordo com os regulamentos aplicáveis e as práticas do fabricante.

Na Caderneta Técnica não se encontrou registo de anomalias preexistentes a nível de estrutura, do motor e dos demais sistemas.

Todos os sistemas do avião estavam operativos e exequíveis de acordo com as normas de operação e determinações estabelecidas pelo fabricante nos Manuais de Manutenção.

O histórico da aeronave não revelou qualquer condição incompatível com a boa operacionalidade da aeronave para o voo.

O carregamento foi feito normalmente e a aeronave operou dentro dos limites de peso e de C. G.

Perante este facto, a carga e o seu carregamento não foram considerados factores influentes no evento.

2.4 ANÁLISE DO EVENTO

2.4.1 Perfil da aproximação e aterragem

A análise dos dados do FDR permitiu refazer a fase de aproximação e aterragem do voo:

O CS-TKO iniciou a aproximação por ILS à pista 30 de Ponta Delgada. Aos 875 pés, o PF desengatou o piloto automático e voou o avião manualmente até à pista, mantendo ligados os automatismos da potência, tendo a aproximação sido feita de acordo com o SOP.

Durante toda a aproximação, a aeronave sofreu a influência de vento moderado da direita, tal como previsto no METAR de PDL das 20:30 horas.

Na final, a aeronave esteve sob a influência de vento da direita, de 030° com 13kt de intensidade (apresentado a **vermelho** na figura). O *heading* da aeronave era 301° (a **azul** no mesmo diagrama); a **verde** está a representação do QFU da pista 30 (301°):

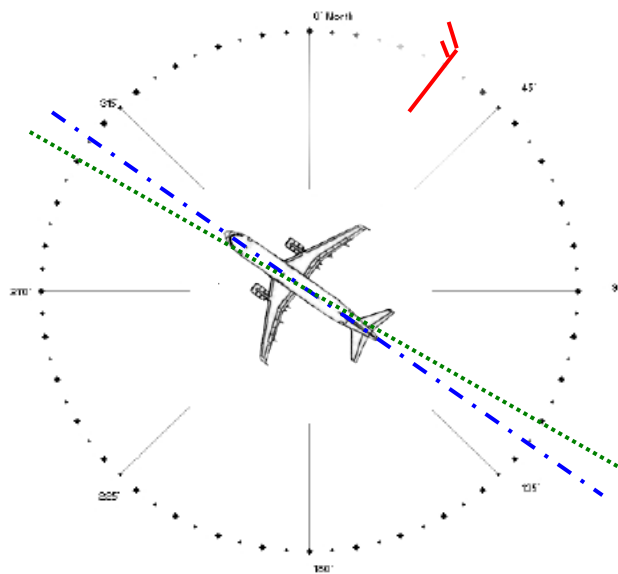


Fig. 29– Diagrama do *heading* do CS-TKO (delineado a azul), sob influência do vento (cujo vector foi representado a vermelho) em relação ao QFU da pista 30 (marcado a verde).

Imediatamente antes do *flare*, a aeronave recebeu um *input* de nariz em baixo que a levou a uma atitude com um valor de *pitch* baixo (1.41°).

O arredondamento (*flare*) foi iniciado aos 35 pés, o rate de descida era de 800 pés por minuto e a velocidade era de 139.8kt.

O PF aumentou o ângulo de *pitch* de 1.41° para 7.03°, a velocidade decaiu para os 134kt e a aceleração vertical aumentou para 1.27g.

No *flare* as *manetes* de potência não vieram para a posição de *IDLE* antes da aterragem.



O primeiro impacto na pista foi feito em simultâneo com ambas as rodas do trem principal, numa atitude de 7.03° de nariz em cima, com um *rate* de descida estimado de 752 pés/min., uma velocidade terreno de 141kt e uma aceleração vertical de +2.13g.

Os manípulos de potência mantiveram-se na posição CLB o que inibiu a extensão dos *Ground Spoilers*.

O avião ressaltou na pista e subiu aos 12 pés RA. Com o *autothrottle* armado e a velocidade a decair, o automatismo acelerou os reactores para atingir a velocidade seleccionada, aumentando a energia da aeronave. Durante os cerca de 5 segundos que durou o *bounce*, (em que o avião percorreu aproximadamente 360 metros), os manípulos de potência foram puxados para *IDLE*, causando o desengate do ATHR. Enquadrado na "memória dos três segundos" após a compressão do trem principal e com as rodas a rolar acima dos 72kt, o SEC ordenou a saída total dos *Ground Spoilers*.

Este facto causou diminuição de sustentação e o avião tocou a pista pela segunda vez, em situação de *severe hard landing*, animado de uma aceleração vertical de +4.86g.

O trem de nariz tocou suavemente a pista, os *reverses* foram aplicados em pleno, usou-se a travagem diferencial em conjunto com o *rudder* para manter a aeronave centrada no eixo da pista.

2.4.2 Uso dos Automatismos

É política da Airbus o uso dos automatismos tanto quanto possível. Durante a aproximação, o piloto deverá manter o *autothrust* armado até trazer as manetes de potência para a posição *IDLE* para aterrar; esta acção deve ser cometida pelo piloto quando já não for necessário manter potência e, se necessário, antes de receber o alerta electrónico de *RETARD*. (FCOM 3.04.70 P2 - fig. 24, pág. 34 deste relatório).

Contrariamente ao procedimento recomendado, as manetes de potência mantiveram-se seleccionadas em CLB, mesmo após o toque na pista, ficando o A/THR activo e a extensão dos *ground spoilers* inibida.

2.4.3 Técnicas de Aterragem (*Flare, Hard Landing e Bounce elevado*)

Numa operação normal de aterragem, com a aeronave estabilizada na aproximação, a Airbus recomenda, nos manuais FCOM e FCTM, os seguintes procedimentos:

1. *A razão de descida deve estar controlada antes de iniciar o flare* - (FCTM, Normal Operations – Landing – ref.^a fig. 26, pág. 35 deste relatório).

O PF actuou de acordo com o SOP durante a aproximação, desligando o Piloto Automático antes de atingir o ponto de subida abrupta do terreno, evitando uma



reação excessiva face a uma eventual turbulência e à informação errática de altitude, mas manteve o A/THR seleccionado para assegurar uma potência constante e um melhor controlo da velocidade;

2. *O flare deve ser iniciado aos 30 pés mas, dependendo de vários factores tais como peso, razão de descida, variações de vento, etc., esta altura pode ser antecipada para se evitar um arredondamento tardio.*

O flare foi iniciado aos 35 pés (RA), um pouco mais cedo que a altitude recomendada de 30 pés (RA), possivelmente para diminuir a razão de descida (752 pés/min), mas esta acção foi insuficiente para reduzir a velocidade vertical, verificando-se uma aterragem dura no primeiro *touchdown*.

3. *À discrição do piloto, mas nunca depois de o avião tocar na pista, as manetes de potência devem ser trazidas para a posição IDLE, salientando-se que:*
 - a. *Em condições normais de operação, o callout “RETARD” será desencadeada aos 20 pés de RA lembrando o piloto que deve trazer as manetes de potência para IDLE, para assegurar a extensão dos Ground Spoilers na altura do toque na pista. Esse callout “RETARD” é mais uma lembrança do que uma ordem. (RZO A318/A319/A320/A321 FLEET NO-160 P1/2 e 2/2 FCTM 08 JUL 08, - reproduzido na fig. 25 da pág. 33 deste relatório).*
 - b. *Se um ou ambos os manípulos de potência estiverem acima da posição IDLE, a extensão dos Ground Spoilers ficará inibida.*

Aos 20 pés RA, as manetes de potência ainda estavam acima da posição *IDLE*. O toque na pista deu-se com uma velocidade vertical de 752 pés/min. e uma aceleração vertical de +2.13g, conduzindo o avião a um *bouncing* até aos 12 pés AGL.

4. *Em caso de bounce de grande amplitude, deve ser iniciado um go-around [...] deve ser evitada a aterragem a seguir a um bounce de grande amplitude [...] dado que o comprimento remanescente da pista poderá ser insuficiente para imobilizar a aeronave. (RZO ALL FCOM 3.04.27 P5. Ref.^a fig. 26 da pág. 35 deste relatório).*

Contrariamente ao estabelecido, o piloto optou por completar a aterragem, tentou controlar a aeronave e corrigir o perfil para efectuar um *segundo touchdown* no espaço remanescente da pista.

O piloto não estava precavido para a extensão dos *spoilers* e reduziu a potência para *IDLE*, enquanto variava a atitude de *pitch* para suavizar o segundo toque na pista. Assim que o fez, os *Ground Spoiler* estenderam na totalidade causando a diminuição

da sustentação e o aumento da aceleração vertical: a aeronave voltou ao solo com uma aceleração vertical de 4.86g.

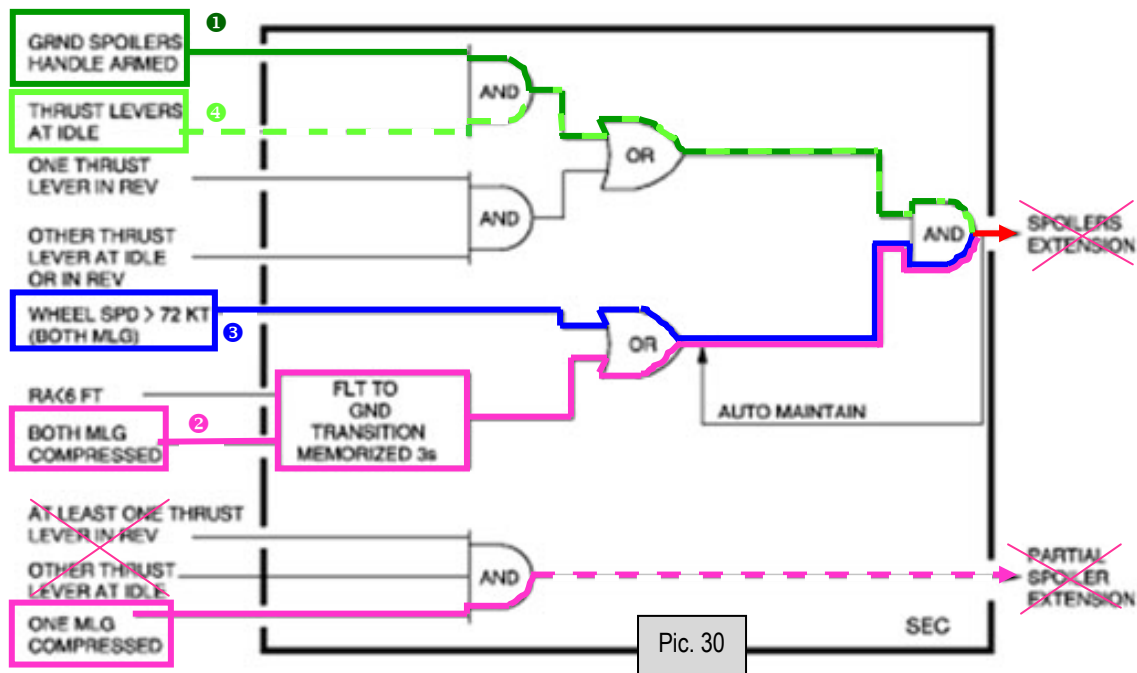
2.5 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE SPOILERS

2.5.1 Não extensão dos *spoilers* na aterragem

Na aterragem, a manete dos *speed brakes* estava na posição *ARMED* o que satisfaz o ponto ① da actuação do *Spoiler Elevator Computer* (SEC).

Os amortecedores do trem principal foram comprimidos garantindo a condição ②, seguido de imediato da *wheel spin up*, condição ③, o que reforçou a condição ②.

Os *Ground Spoilers* não saíram porque as manetes de potência estavam em *CLB* e a condição ④ não foi satisfeita. Assim, a condição ① não foi suficiente para fechar o circuito e a extensão dos *Spoilers* ficou inibida, como se pode ver na fig. 30:



Também não se deu a saída parcial dos *spoilers*, mesmo com o trem de aterragem principal comprimido, porque as manetes de potência não estavam na posição requerida.

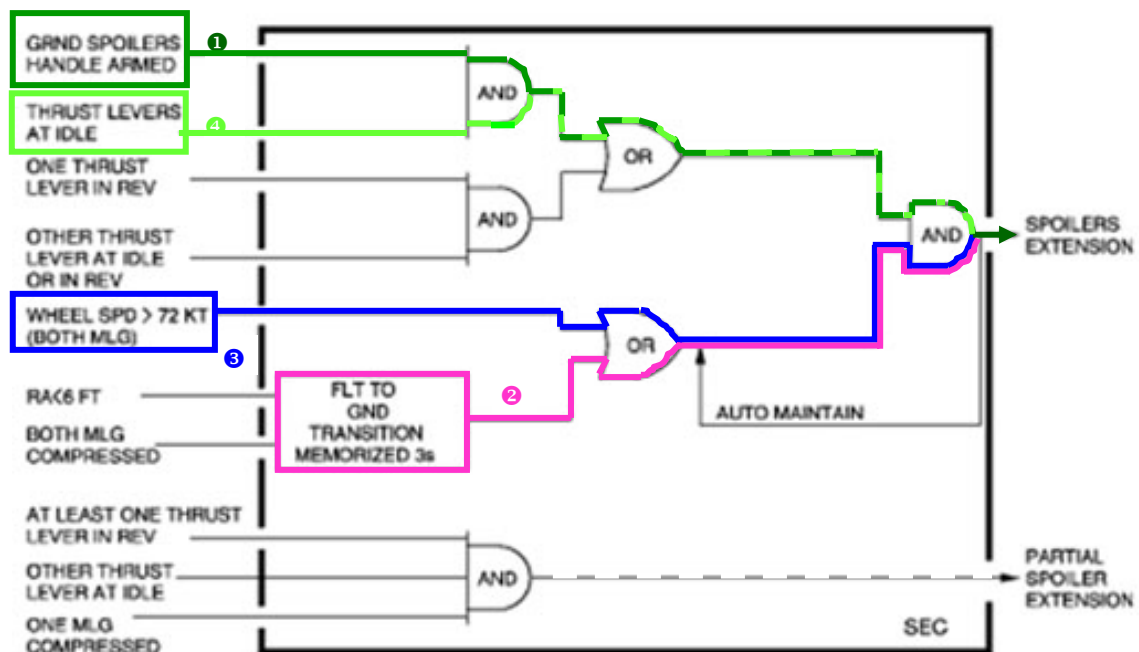
2.5.2 Extensão automática dos *spoilers* em voo

A redução de velocidade, verificada após o *bouncing*, estando o A/THR activo (selecção em *CLIMB*), teve, como resposta imediata do automatismo, o aumento de potência dos reactores para recuperar a velocidade perdida. O piloto, tencionando concretizar a aterragem, trouxe as manetes para a posição *IDLE*.

Este acto, não só desarmou o A/THR como, estando compreendido pelo período dos 3 segundos da compressão do MLG e as rodas a rolarem acima da velocidade de 72kt, motivou a ordem do SEC para que se efectuasse a extensão total dos *ground spoilers*.

Em voo, a 12 pés AGL, a saída dos *ground spoilers* provocou uma perda de sustentação e o avião regressou à pista em queda, com uma aceleração vertical de 4.86g.

De facto, a consulta ao FCOM 1.27.10 (fig. 31) revela que as condições necessárias para a saída dos *ground spoilers* são possíveis não só com a aeronave no solo, mas também com o avião no ar durante um *bounce*, se a tripulação não tiver trazido as manetes de potência para *IDLE* no *touchdown* e o fizer durante o *bounce*.



Pic. 31

- O avião veio para a aterragem com os *spoilers* em *ARMED*, satisfazendo a condição ①;
- Quando tocou o solo com ambas as pernas do trem principal, os amortecedores comprimiram-se e a condição ② manteve-se activa por 3s; as respectivas rodas começaram a rolar a mais de 72kt, ficando a condição ③ a reforçar a condição ②;
- Quando o piloto reduziu as manetes de potência para *IDLE*, a condição ④, associada à condição ①, forneceu o sinal necessário para a extensão dos *ground spoilers* em voo.

2.6 PROCEDIMENTOS DA AIRBUS

2.6.1 Procedimento em vigor antes do evento

Os *Ground Spoilers* são usados para reduzir a sustentação originada pelas asas e transferir o peso da aeronave para o trem de aterragem de maneira a proporcionar uma travagem mais eficiente (fig. 32).



Pic. 32

A sua extensão pode ser feita automática ou manualmente.

No caso da extensão automática é necessário que algumas condições estejam reunidas:

- O sistema estar “armado”;
- O avião estar no chão;
- As manetes de potência estarem convenientemente seleccionadas.

Estas condições são concretizadas de acordo com os princípios da lógica dos *Ground Spoilers* mencionados atrás, nas figs. 30 e 31.

O SEC recebe sinais de todas aquelas fontes e comanda os actuadores dos *spoilers* de acordo.

A não extensão ou a saída inoportuna dos *ground spoilers* tem sido um factor contumaz em vários episódios de aterragens duras ou compridas, por selecção inapropriada das manetes de potência ou por o correspondente sistema não ter sido armado.

No incidente em análise, a extensão não atempada dos *Ground Spoilers*, por inadequada selecção das manetes de potência, ditou uma aterragem dura por esses dispositivos aerodinâmicos terem saído com o avião no ar (fig. 33, recolhida da *Airbus Safety Magazine*, ed. 9 de Fevereiro de 2010):

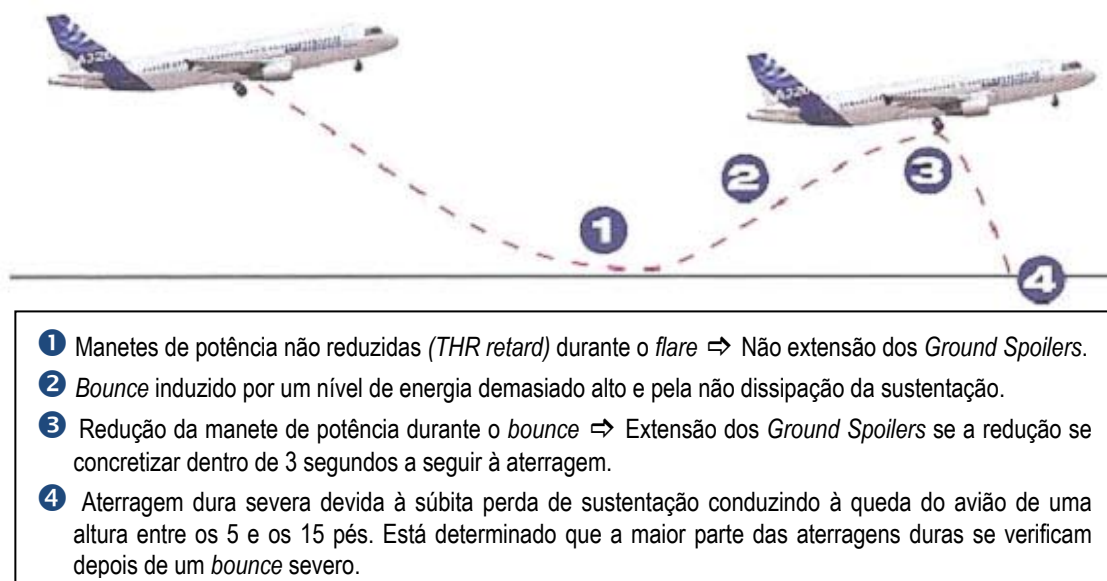


Fig. 33

2.6.2 Evolução do procedimento (SB Nr A320-27-1198)

A repetição de ocorrências semelhantes registadas anteriormente com os modelos da família A320, levou a Airbus a repensar a necessidade de alterar a Lógica dos *Ground Spoilers*, à semelhança do que já havia feito com os modelos dos A330 e A340.

Com esta reorganização da filosofia da “*Ground Spoilers Extension Logic*”, implementada pelo documento SEC 120, a Airbus espera vir a obviar eventuais ocorrências de *runway excursion* – com a saída automática dos *Ground Spoilers* mesmo que a manete do *speed brake* não tenha sido recolhida e as manetes de potência estejam acima da posição de *IDLE* –, e reduzir a frequência e amplitude dos *bounces* nas *hard landings* – com a extensão parcial dos *Spoilers* na altura do *touchdown*, ainda que ambas

as manetes estejam na posição A/THR (fig. 34, recolhida da *Airbus Safety Magazine*, ed. 9 de Fevereiro de 2010):



Fig. 34

Se a nova lógica PLD já estivesse implementada no CS-TKO, a altura do *bounce* neste caso teria sido significativamente reduzida e o impacto no segundo *touchdown* teria sido consideravelmente mais ligeira (cerca de +1.7g em lugar dos +4.86g sofridos).

2.7 PROCEDIMENTOS DA OPERADORA

2.7.1 Procedimento antes do evento

A Operadora tinha criado um Procedimento de Manutenção (PM16) o qual, não sendo um documento destinado a substituir o AMM05-51-200-004, fornecia linhas de orientação aos seus TMA de como identificar uma *hard* ou uma *severe hard landing* e as correspondentes acções a serem tomadas, mas o documento não fazia referência a como interpretar um *DMU Load Report*.

Nem o TMA de PDL nem o Técnico de Manutenção de LIS procederam de acordo com o estabelecido, quer no PM16 quer no AMM 05-51-11. Como não souberam interpretar o *Load Report*, concluíram que os dados nele constante estavam errados. A inspecção visual, à qual escaparam os danos visíveis nos *LH and RH Wing Shroud Box Lower Panels*, consumou a desvalorização da situação.




2.7.2 Procedimento após o evento

Após a detecção das irregularidades na Inspeção “A”, e em consequência da dificuldade demonstrada pelos Técnicos de Manutenção, a Operadora tomou de imediato a decisão de administrar a todos os seus TMA uma Acção de Formação que os habilitasse a identificar os dados do *Load Report*, tendo sido concluída à data do encerramento deste relatório.



3. CONCLUSÕES

3.1 FACTOS ESTABELECIDOS

1. Ambos os pilotos estavam devidamente certificados e qualificados para o voo que realizavam de acordo com os regulamentos em vigor e os requisitos da Companhia e detinham certificado médico válido;
2. Cumpriram o treino periódico adequado às suas funções e observaram os tempos de trabalho, limites de tempo de voo e tempos de repouso prescritos na Lei nacional em vigor;
3. Ambos os pilotos tinham uma experiência de voo vasta e similar (quase 4 600 horas);
4. O PF, recentemente promovido a Comandante, tinha 1 206:10 horas voadas em aeronaves do mesmo tipo do CS-TKO;
5. O Co-Piloto era o PNF e tinha 2 200:00 horas voadas em aviões da família A320;
6. O Piloto Comandante transmitiu a ocorrência de *hard landing* ao Técnico de Manutenção de Linha, como é de sua obrigação, mas não inscreveu na Caderneta Técnica da aeronave o incidente para futura acção do TMA e conhecimento das tripulações de voos posteriores;
7. A aeronave, construída no mesmo ano do evento, contava com 533:58 horas de voo na altura do acidente, estava certificada pelo INAC para efectuar voos de transporte de passageiros, tinha a documentação válida e cumprira o programa de manutenção prescrito pelo fabricante;
8. Não havia registo de qualquer tipo de falhas estruturais, anomalias de motores nem tinha quaisquer limitações ou restrições à operação de voo;
9. O CS-TKO estava equipado e foi despachado correctamente (Peso e Centragem) de acordo com os regulamentos e práticas determinadas pelo construtor e o seu MLM estava dentro dos limites de operação na altura da aterragem. Assim, a carga e o carregamento da aeronave não foram factor contributivo;
10. As recomendações das técnicas de aterragem preceituadas nos FCOM e FCTM não foram aplicadas na íntegra;
11. Em consequência desse facto, a aeronave efectuou uma aterragem dura, ressaltou na pista até uma altitude de 12 pés AGL durante cinco segundos e voou cerca de 360 metros até voltar à pista;



12. O segundo toque na pista foi efectuado com uma aceleração vertical de 4.86g, que configura uma aterragem dura severa;
13. As forças verticais excessivas sofridas na aterragem ultrapassaram aquelas para as quais a aeronave foi desenhada e resultaram nalguns danos visíveis nos “*LH and RH Wing Shroud Box Lower Panels*” e noutras pequenas irregularidades consideradas sem expressão, tal como descrito no “*CS-TKO Inspection Status*” (ver fig. 18, pág. 27 deste relatório);
14. Os Técnicos de Manutenção envolvidos na assistência à aeronave estavam devidamente credenciados, mas não puseram em prática as acções determinadas pelo fabricante no AMM 05-51-11-200-004 e não conseguiram interpretar correctamente os dados do *Load Report*;
15. A Operadora tomou a iniciativa de programar uma Acção de Formação a todos os seus TMA, adequada a superar as dúvidas de definição de aterragens duras e severas e dar uma panorâmica geral e treino na leitura dos dados do *Load Report*.
16. As condições atmosféricas, presentes na aproximação e na aterragem, inseriam-se nas capacidades técnicas da aeronave e na proficiência dos pilotos; não foi detectado *windshear* no momento do pouso inicial na pista. Assim, as condições atmosféricas não foram consideradas factor contributivo.

3.2 CAUSA PROVÁVEL DO ACIDENTE

A Comissão de Investigação (CI) considera que a causa provável do acidente se deveu a aterragem dura severa, sob influência de significativa aceleração vertical (4.86g), devido à perda de sustentação causada pela extensão dos *Ground Spoilers* em voo durante o *bounce* de grande amplitude (12 pés AGL).

Como factores contributivos para este acidente, destacam-se os seguintes:

- Os *inputs* aplicados durante o *flare* não foram os adequados para reduzir a velocidade vertical antes do *touchdown*, o que conduziu ao primeiro *hard landing*;
- As manetes não foram trazidas para a posição *IDLE* antes do *touchdown*;
- Durante o *bounce* elevado de 12 pés, a tripulação decidiu continuar a aterragem e não iniciou um *go-around*.

4. RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA

Considerando que:

- a. A Airbus, à semelhança das intervenções feitas nos modelos A-330 e A-340, alterou a Lógica dos *Ground Spoilers* do A-320 para evitar os efeitos de *bouncing*, a Comissão de Investigação não tem quaisquer recomendações a propor enquanto se mantiver a eficácia do SB Nr A320-27-1198;
- b. A Operadora já procedeu a uma Acção de Formação entre os seus Técnicos de Manutenção, de refrescamento das situações que requerem a inspecção adequada ao tipo de aterragem e de instrução que lhes permite identificar e interpretar os dados do *MDU Load Report*, a Comissão de Investigação não tem quaisquer outras recomendações a sugerir.

Lisboa, 27 de Dezembro de 2010.

O Investigador Responsável



Artur A. Pereira

O Investigador Técnico



António Alves



ACRÓNIMOS

°	Graus
(A)	<i>Airplane</i>
ACCID	<i>Accident</i>
ADIRS	<i>Air Data Inertial Reference System</i>
AD	<i>Airworthiness Directive</i>
AFT	<i>Afterward</i>
AGL	<i>Above Ground Level</i>
AMM	<i>Aircraft Maintenance Manual</i>
AMO	<i>Accredited Maintenance Organization</i>
AOA	<i>Angle Of Attack</i>
AP	<i>Auto Pilot</i>
APU	<i>Auxiliary Power Unit</i>
Art.º	Artigo
ASDA	<i>Accelerate-Stop Distance Available</i>
A/THR	<i>Auto Throttle</i>
ATPL	<i>Airline Transport Pilot's Licence</i>
BEA	<i>Bureau d'Enquêtes et Analyses</i>
BSCU	<i>Braking/Steering Control Unit</i>
CAB	Comissários e Assistentes de Bordo
CAT	<i>Category</i>
CE	Comissão Europeia
CFM	(Não é abreviatura)
CG	<i>Center of Gravity</i>
CI	Comissão de Investigação
CLB	<i>Climb</i>
COA	Certificado de Operador Aéreo
CONF	<i>Configuration</i>
CTL	<i>Control</i>
CVR	<i>Cockpit Voice Recorder</i>
DCA/SE	Departamento de Continuidade de Aeronavegabilidade/Serviço de Engenharia
DFDR	<i>Digital Flight Data Recorder</i>
DMC	<i>Display Management Computer</i>
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
DMU	<i>Data Management Unit</i>



Dt.^a	Direita
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EO	<i>Engineering Order</i>
Esq.^a	Esquerda
FCDC	<i>Flight Control Data Concentrator</i>
FCOM	<i>Flight Crew Operation Manual</i>
FCTM	<i>Flight Crew Training Manual</i>
FD	<i>Flight Director</i>
FDIMU	<i>Flight Data Interface and Management Unit</i>
FDRS	<i>Flight Data Recorder System</i>
Fig.	Figura
FLT	<i>Flight</i>
FMGS	<i>Flight Management and Guidance System</i>
FOBN	<i>Flight Operations Briefing Notes</i>
FPV	<i>Flight Path Vector</i>
Ft	<i>Feet</i>
FWC	<i>Flight Warning Computer</i>
FWD	<i>Forward</i>
g	Unidade de aceleração
GND	<i>Ground</i>
GPIAA	Gabinete de Prevenção e Investigação de Acidentes com Aeronaves
G/S	<i>Glide Slope</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IAF	<i>Initial Approach Fix</i>
ILS	<i>Instrument Landing System</i>
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
Kg	<i>Kilogram</i>
Kt	<i>Knot(s)</i>
LA	<i>Linear Accelerometer</i>
LAND	<i>Landing</i>
LDA	<i>Landing Distance Available</i>
LH	<i>Left Hand</i>
LIM	<i>Limit</i>
LIS	Código IATA para Lisboa
LOC	<i>Localizer</i>
LOMS	<i>Line Operations Monitoring System</i>
LPPD	Código ICAO para Ponta Delgada



LTD	<i>Limited</i>
m	Metros
Max	<i>Maximum</i>
METAR	<i>Meteorological Aerodrome Report</i>
MEHT	<i>Minimum Eye Height over Threshold</i>
Min.	<i>Minuto</i>
MME	<i>Maintenance Management Exposition</i>
MSN	<i>Manufacturer Serial Number</i>
MTOM	<i>Maximum Take-Off Mass</i>
N	<i>North</i>
Nº	Número
N/A	Não Aplicável
N/D	Não Disponível
NIL	<i>Nothing, zero</i>
Nr	<i>Number</i>
OPS	<i>Operations</i>
P	<i>Page</i>
Pág.	Página
PAPI	<i>Precision Approach Path Indicator</i>
PN	<i>Part Number</i>
PDL	Código IATA para Ponta Delgada
PF	<i>Pilot Flying</i>
PM	Procedimento de Manutenção
PNF	<i>Pilot Not Flying</i>
POB	<i>People On Board</i>
Q	O mesmo que QNH
QAR	<i>Quick Access Recorder</i>
QFU	Direcção magnética da pista em uso.
QNH	Sigla indicativa da pressão atmosférica do aeródromo convertida ao nível do mar
RA	<i>Radio Altimeter</i>
Ref.	Referência
RH	<i>Right Hand</i>
RZO	Código ICAO para a SATA
s	Segundos
SA	<i>Société Anonyme</i>
SATA	Sociedade Açoriana de Transportes Aéreos
SB	<i>Service Bulletin</i>



SDAC	<i>System Data Acquisition Concentrator</i>
SEC	<i>Spoiler Elevator Computer</i>
SEQ	<i>Sequence</i>
SOP	<i>Standard Operating Procedures</i>
SPD	<i>Speed</i>
TDZ	<i>Touch Down Zone</i>
THR⁽¹⁾	<i>THReshold</i>
THR⁽²⁾	<i>THRottle</i>
TMA	<i>Técnico de Manutenção de Aeronaves</i>
TODA	<i>Take-Off Distance Available</i>
TORA	<i>Take Off Run Available</i>
TRTO	<i>Type Rating Training Organization</i>
TSN	<i>Time Since New</i>
TSO	<i>Time Since Overhaul</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
V	<i>Variable</i>
V_{app}	<i>Velocidade final de aproximação</i>
VAV	<i>Velocidade Ar Verdadeira</i>
VASIS	<i>Visual Approach Slope Indicator System</i>
VNL	<i>Visual Near Lenses</i>
VRTA	<i>Vertical Acceleration</i>
VRTG	<i>Vertical Acceleration</i>
VT	<i>Velocidade Terreno</i>
W	<i>West</i>
Z	<i>Zulu (o mesmo que UTC)</i>