



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

# Integração da monitorização de dados de voo no sistema de gestão de segurança operacional na euroAtlantic Airways

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Aeronáutica**  
(Ciclo de estudos integrado)

**Walter Costa**

Orientador: Prof. Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde  
Coorientador: Comandante Jorge Santos

Covilhã, março 2016



# Agradecimentos

Este projecto foi desenvolvido sob orientação do Professor Doutor José Manuel Mota Lourenço da Saúde, para além desta ajuda pude também contar com o apoio de membros da euroAtlantic Airways, nomeadamente, do sr Comandante Jorge Santos, gestor da segurança operacional; a sra Eng<sup>a</sup> Lúcia Menezes, substituta do gestor da segurança operacional; e o Sr Ricardo Leal, especialista de segurança operacional e FDM. A eles bem como aos meus pais e amigos agradeço todo o apoio.

# Resumo

A monitorização de dados de voo envolve a recolha de dados de voo a partir de uma unidade de acesso rápido localizada no *cockpit* para uma análise posterior.

O erro humano é considerado um dos fatores contribuintes em acidentes e incidentes graves (ou não). Nenhum sistema onde o ser humano interage, está livre de erros, devido a fatores humanos que comprometem o seu desempenho. Não existe muito que se possa alcançar em relação as limitações humanas contudo existe conjunto de defesas básicas e estratégias no âmbito da gestão de segurança operacional que podem reduzir o impacto das limitações humanas.

Os dados de voo são extraídos com o objetivo de analisar proactivamente desvios de procedimentos de voo, de modo a identificar perigos e tendências, uma vez identificados os perigos e desvios são aplicadas ações corretivas de modo a eliminar a causa do perigo.

Esta prática deve ser realizada de forma construtiva numa cultura de segurança não punitiva, garantindo a confidencialidade dos tripulantes envolvidos.

A monitorização de dados de voo para além de ser uma das principais ferramentas do sistema de gestão de segurança operacional, tem inúmeros benefícios no que diz respeito a identificação de ações de manutenção não programada e de otimização de consumo de combustível.

## Palavras-chave

FDM, operações de voo, monitorização de dados de voo, SGSO,

# Abstract

Flight data monitoring involves the download of flight data from a quick access recorder unit localized in the cockpit. This is used for further analysis.

Human error is considered a contributing factor in accidents and serious (or not) incidents. It is possible that systems requiring human interaction may have errors. This is due to human factors that compromise their performance. One facet of human error is human limitations. To help combat this there are a set of basic defenses and strategies in the safety management system that can reduce its implications.

Flight data are extracted with the purpose of analyzing deviation procedures in a proactive way. This is done in order to identify hazards. Once hazards are identified, corrective actions must be applied in order to eliminate the root cause of the occurrence. This practice must be performed in a constructive way as part of a non-punitive safety culture. This also assures the confidentiality of crew members.

Flight Data Monitoring is one of the major safety management system tools. It has many benefits related with unscheduled maintenance work orders and in the optimization of fuel consumption.

## Keywords

FDM, flight operations, flight data monitoring, SMS



# Índice

1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Benefícios do FDM.....	2
1.3 Limitações do FDM .....	3
2. Objetivo da Dissertação .....	4
3. A empresa.....	5
4. Estado da arte.....	8
4.1 Enquadramento do FDM no SMS.....	8
4.2 Conceitos e funcionamento do FDM.....	18
4.2.1 Tecnologias de FDM.....	21
4.2.2 A equipa de FDM .....	22
4.3 Enquadramento na euroAtlantic Airways .....	23
4.3.1 Compromisso da EAA .....	24
5.1 Limites operacionais.....	26
5.2 Revisão dos Limites de parâmetros de FDM .....	38
5.3 Análise de risco de eventos de FDM.....	42
6. Análise de tendências .....	48
6.1 Recolha de dados.....	48
6.2 Tendências gerais .....	49
6.3 Tendências por frota .....	53
6.4 Tendências por aeroporto .....	55
7. Base de dados suplementar .....	58
8. Indicadores de desempenho de segurança .....	65
9. Conclusão .....	69
10. Trabalhos futuros .....	71
Bibliografia.....	72
Anexo A.....	74

# Índice de tabelas

Tabela 1 Severidade das consequências (International Civil Aviation Organization, 2013b) ...	20
Tabela 2 Probabilidade de probabilidade (International Civil Aviation Organization, 2013b) .	20
Tabela 3 Matriz de tolerância de risco (International Civil Aviation Organization, 2013b).....	20
Tabela 4 EGT - “ <i>Exhaust Gas Temperature</i> ” Limitações .....	36
Tabela 5 <i>Spool Speeds</i> .....	36
Tabela 6 Limites de vibração .....	36
Tabela 7 Limites de parâmetros de velocidade no solo.....	40
Tabela 8 Limites de parâmetros de configuração e atitude .....	41
Tabela 9 Limite de parâmetros de aceleração vertical e massa a aterragem para a aeronave B777 .....	41
Tabela 10 Limite do parâmetro de velocidade para o "Engine Thrust reverser".....	41
Tabela 11 Tabela de MTOW para a frota B767 do aeroporto OEMA.....	43
Tabela 12 Análise de risco .....	44
Tabela 13 Análise de risco após ação corretiva .....	45
Tabela 14 <i>Placard Speed</i> .....	46
Tabela 15 Análise de Risco .....	47
Tabela 16 Eventos em geral.....	49
Tabela 17 Resultados por Categoria.....	67
Tabela 18 SPIs Históricos .....	67
Tabela 19 Parâmetros de safety para a aeronave Boeing 737-800.....	74
Tabela 20 Limite de parâmetros de manutenção para a aeronave Boeing 737-800 .....	84
Tabela 21 Limites de parâmetros de safety para as aeronaves Boeing 767-300.....	87
Tabela 22 Limites de parâmetros de manutenção para as aeronaves Boeing 767-300 .....	95
Tabela 23 Limites de parâmetros de <i>Safety</i> para a aeronave Boeing 777-200.....	98
Tabela 24 Limites de parâmetros de manutenção para a aeronave Boeing 777-200 .....	106

# Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama da Empresa (euroaAtlantic Airways, 2014) .....	7
Figura 2 Organigrama de funcionamento do departamento de Segurança operacional da EAA (euroaAtlantic Airways, 2014) .....	7
Figura 3 Conceito de causa de acidente (International Civil Aviation Organization, 2013b).....	8
Figura 4 Erros Operacionais e as suas consequências (International Civil Aviation Organization, 2013b) .....	10
Figura 5 Modelo SHELL (International Civil Aviation Organization, 2013b) .....	10
Figura 6 Processo de Documentação de Perigos (International Civil Aviation Organization, 2013b) .....	12
Figura 7 Estratégias e níveis de intervenção para a gestão da segurança operacional (International Civil Aviation Organization, 2013b).....	13
Figura 8 fluxo de informação entre FDM e SMS (Civil Aviation Authority (UK), n.d.).....	14
<b>Figura 9</b> Loop de funcionamento do SMS .....	15
Figura 10 Sistema de gravação digital de dados de voo (Civil Aviation Authority (UK), n.d.) .	18
Figura 11 Equipamento de recolha e armazenamento de dados utilizados na EAA .....	24
Figura 12 "Typical rotation" B767 (Boeing, 2015j) .....	27
Figura 13 "Takeoff Manuvers" 767 (Boeing, 2015j).....	27
Figura 14 Slow or Under Rotation (Typical) .....	28
Figura 15 Placard Speed 737-800(Boeing, 2015f) .....	29
Figura 16 Ilustração do funcionamento do ILS .....	31
Figura 17. 777-200 ILS Landing Geometry (Boeing, 2015k) .....	32
Figura 18 VASI(Boeing, 2015k) .....	32
Figura 19 777-200 VASI landing profile (Boeing, 2015k) .....	33
Figura 20 Flare(Boeing, 2015k) .....	33
Figura 21 Reverse Trust Operations (Boeing, 2015j) .....	34
Figura 22 Certificado de Aeronavebilidade do CS-TLZ(Autoridade Nacional de Aviação Civil - ANAC, n.d.) .....	35
Figura 23 Exemplo de informação recebida no EICAS(Boeing, 2015g).....	37
Figura 24 Exemplificação do Método 1 (Flight Data Services, 2015).....	38
Figura 25 Exemplificação do Método 2 (Flight Data Services, 2015).....	38
Figura 26 exemplificação do Método 3 (Flight Data Services, 2015) .....	38
Figura 27 <i>Bow-tie</i> da excedência do limite de velocidade de pneus .....	44
Figura 28 Bow-Tie da excedência de velocidade de flaps .....	47
Figura 29 Dados provenientes do AIMS .....	59
Figura 30 Cruzamento de dados.....	59
Figura 31 Estrutura da base de dados .....	60
Figura 32 Funcionamento da área de acesso.....	61

Figura 33 Relatórios de eventos do tripulante <i>Alpha</i> .....	62
Figura 34 Navegação de formulários .....	63
Figura 35 Formulários de consulta dos principais pilotos com eventos .....	63
Figura 36 Indicadores com base no FDM .....	65

# Índice de gráficos

Gráfico 1 VMO e MMO para a frota B767 (Boeing, n.d.).....	29
Gráfico 2 Condições de <i>hardlanding</i> para a aeronave B777-200 (Boeing, 2015e) .....	34
Gráfico 3 distribuição normal da velocidade de rolagem das varias frotas.....	40
Gráfico 4 Altitude em função do tempo .....	42
Gráfico 5 Parâmetros do voo analisados.....	42
Gráfico 6 Parâmetros do voo analisados .....	43
Gráfico 7 Altitude em função do tempo .....	45
Gráfico 8 Parâmetros de voo analisados.....	45
Gráfico 9 Percentagem de captura de dados por aeronave - 2º Trimestre.....	48
Gráfico 10 Percentagem de captura de dados por aeronave - 3º Trimestre .....	48
Gráfico 11 Captura de dados em Geral .....	49
Gráfico 12 Tendências gerais .....	49
Gráfico 13 Eventos por hora e ciclo de voo .....	50
Gráfico 14 Eventos por fase de voo.....	50
Gráfico 15 Categoria de Eventos a descolagem .....	50
Gráfico 16 Categoria de eventos durante a aterragem .....	51
Gráfico 17 Principais eventos no 2º Trimestre.....	51
Gráfico 18 Principais eventos no 3º Trimestre.....	52
Gráfico 19 Eventos de manutenção no 2º Trimestre .....	52
Gráfico 20 Eventos de manutenção no 3º Trimestre.....	53
Gráfico 21 Eventos da frota B777 no 2º Trimestre .....	53
Gráfico 22 Eventos da Frota B777 no 3º Trimestre .....	53
Gráfico 23 Eventos da frota B767 no 2º Trimestre .....	54
Gráfico 24 Eventos da frota B767 no 3º Trimestre .....	54
Gráfico 25 Eventos da frota B737 no 2º Trimestre.....	54
Gráfico 26 Eventos da frota B737 no 3º Trimestre .....	55
Gráfico 27 Eventos a descolagem por aeroporto - 2º Trimestre.....	55
Gráfico 28 Eventos a descolagem por aeroporto - 3º Trimestre.....	56
Gráfico 29 Eventos a aterragem por aeroporto - 2º Trimestre .....	56
Gráfico 30 Eventos a aterragem por aeroporto - 3º Trimestre .....	56
Gráfico 31 Hardlandings por aeroporto .....	57
Gráfico 32 Principais pilotos com eventos nivel 3 no 2º e 3º Trimestre respectivamente .....	64
Gráfico 33 Indicadores de desempenho de segurança operacional por 100 Horas de voo .....	67

# Siglas

ACMI	Aircraft Crew Maintenance Insurance
AFM	Aircraft Flight Manual
AGL	Above ground level
AMC	Acceptable Means of Compliance
ANAC	Autoridade Nacional de Aviação Civil
CIA	Circular de Informação Aeronáutica
CP	Captain
CV	Ciclos de voo
DFDR	Digital Flight Data Recorder
EAA	euroAtlantic Airways
FCOM	Flight Crew Operations Manual
FCTM	Flight Crew Training Manual
FDAU	Flight Data Acquisition Unit
FDM	Flight Data Monitoring
FDS	Flight Data Services
FO	First-Officer
GE	General Electric
GPS	Global Positioning System
HV	Horas de voo
ILS	Instrument Landing System
IQSMS	Integrated Quality and Safety Management System
MLW	Maximum Landing Weight
MTOW	Maximum Takeoff Weight
PNT	Pessoal Navegante Técnico
PW	Pratt and Whitney
QAR	Quick Access Recorder
SARP'S	Standarts and Recomendated Pratices
SGSO	Sistema de Gestão de Segurança Operacional
SMS	Safety Management System
SOPs	Standarts and Operating Procedures
SPIs	Safety Performance Indicators

# Definições

**Segurança Operacional** - De acordo com o anexo 19 da ICAO, Segurança operacional (*Safety*) é o estado em que os riscos associados às atividades de aviação, relacionados com, ou em apoio direto da operação de aeronaves, são controlados e reduzidos para um nível aceitável.

**Fatores humanos** - conjunto de práticas e de princípios aplicáveis à concepção, à certificação, à formação, à operação e à manutenção aeronáuticas, que visam assegurar uma interface segura entre a componente humana e outras componentes do sistema, tomando em devida consideração o desempenho humano; (Autoridade Nacional da Aviação Civil - ANAC,n.s.,b)

**Acidente** - De acordo com a International Civil Aviation Organization (2013a) Uma ocorrência associada à operação de uma aeronave que tem lugar desde que uma pessoa entre numa aeronave com a intenção de voar até que todas as pessoas tenham desembarcado onde: uma pessoa tenha sofrido ferimentos graves ou mortais devido a estar na aeronave ou estar em contacto direto com alguma parte da aeronave; a aeronave sofreu danos estruturais; a aeronave se encontra desaparecida ou completamente inacessível.

**Evento de FDM** - De acordo com a Civil Aviation Authority (UK),(n.d.) é uma circunstância detetada por um algoritmo de análise de dados proveniente do FDR/QAR.

**Incidente** - De acordo com a International Civil Aviation Organization (2013a) uma ocorrência, que não seja um acidente, associada à operação de uma aeronave e que afete ou possa afetar a segurança das operações.

**Mitigação do risco** - Conjunto de medidas tendentes a reduzir (ou adequar) o risco.

**Perigo** - De acordo com a International Civil Aviation Organization (2013a) é uma condição ou uma situação com o potencial de causar danos ao pessoal, danificar equipamentos ou estrutura, contribuir para a perda de material ou diminuição da capacidade para realizar qualquer tarefa.

**Risco** - É a probabilidade de ocorrência de danos ao pessoal de trabalho, ao equipamento ou estruturas, perda de material, ou redução da capacidade para desempenhar uma dada função. O risco é medido em termos de severidade e probabilidade de ocorrência.

**SGSO** - De acordo com a International Civil Aviation Organization (2013a) Sistema de Gestão de Segurança Operacional (*SMS - Safety Management System*)- É uma aproximação sistemática e sistémica à gestão de *Safety* (Segurança Operacional), incluindo as estruturas organizacionais necessárias, responsabilidades, políticas e procedimentos. Como qualquer sistema de gestão envolve definição de objetivos, planeamento, documentação e medição do desempenho.

**Ocorrência** - De acordo com a International Civil Aviation Organization (2013a) um evento, relacionado com a segurança que ponha em perigo ou seja suscetível de pôr em perigo uma aeronave, os seus ocupantes ou outras pessoas.

# 1. Introdução

## 1.1 Enquadramento

Desde os anos 70 que os programas de Monitorização de Dados de Voo, ou *Flight Data Monitoring* (FDM), são utilizados de forma voluntária, pelos operadores de linha aérea. Os seus benefícios foram de tal forma significantes que as entidades reguladoras tornaram o uso do FDM obrigatório para operadores de linha aérea. O FDM é o uso dos dados digitais das operações de voo de forma proactiva e não punitiva. Esta tarefa tem por objeto melhorar a gestão da segurança operacional na aviação, sendo portanto uma parte vital do Sistema de Gestão de Segurança Operacional (SGSO).

Em termos de legislação atual, o requisito ORO.AOC.130 do R(EU) 965/2012, Anexo III (parte ORO) exige a utilização de um programa de FDM para aeronaves com massa à decolagem superior a 27000kg. Este regulamento é aplicável a todos os estados membros da EASA desde Outubro de 2014. Já o regulamento (EC) 216/2008 Anexo IV,8.a.4, indica que “um operador deve implementar e manter um SGSO, para garantir o cumprimento dos requisitos e procurar uma melhoria contínua do sistema”. O termo SGSO mencionado nesta dissertação é referente ao conceito de *Safety Management System* - SMS segundo o Anexo 19 da ICAO.

Por outro lado o Anexo 6 Part I, da ICAO, indica que operadores de aeronaves com massa à decolagem superior a 27000kg devem manter um programa de FDM, como parte integrante do SGSO. Este documento contém ainda uma recomendação da utilização de um programa FDM para aeronaves com massa à decolagem superior a 20000kg aeronaves, e para helicópteros de transporte de pelo menos 9 passageiros ou com um *Maximum Takeoff Weight* (MTOW) de 7000kg (Anexo 6 parte III).

Os requisitos de funcionamento do programa de FDM, segundo o AMC1.AOC.130, têm como objecto a deteção de excedências, realização de estatísticas e a gravação de todos os dados de voos relevantes, Segundo o parágrafo AMC1 ORO.FC.A.245, a recolha de informação deve cobrir no mínimo 60% dos voos realizados.

A Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC), segundo a Circular de Informação Aeronáutica (CIA) N°14/2010, introduz na legislação nacional os regulamentos previstos na legislação europeia, onde o controlo dos parâmetros de voo deverá ser de utilização proativa em operações de rotina para otimizar a Segurança Operacional (Safety) na aviação. Neste sentido, deverão os operadores analisar, pelo menos, 85% dos dados de voo gravados a fim de identificar as tendências e resolver deficiências que possam afectar a segurança de voo.

## 1.2 Benefícios do FDM

No contexto da segurança operacional, os programas FDM são uma ferramenta essencial para a identificação, de forma proativa, de perigos, permitindo:

- Identificar as áreas de risco operacional e quantificar as margens de segurança;
- Identificar e quantificar riscos operacionais através da detecção de práticas inseguras;
- Utilizar os dados de voo na frequência de ocorrências combinados com o nível de severidade para mitigar os riscos, de forma a distinguir os aceitáveis dos inaceitáveis, caso as tendências se mantenham;
- Aplicar e monitorizar medidas corretivas quando são encontradas situações de risco inaceitáveis.

O sistema de FDM fornece ainda outras funcionalidades tais como:

- Melhorar o conhecimento operacional, proporcionando meios para identificar potenciais riscos e permitindo um reconhecimento do tipo de formação a ser aplicado a uma tripulação;
- Melhorar o consumo de combustível, uma vez que fornece a capacidade de identificar e fazer ajustes em procedimentos específicos nas operações de aeronaves;
- Detectar a necessidade de uma ação de manutenção não programada;
- Melhorar as condições de aeroportos, em que, em certos casos, as companhias aéreas podem utilizar os dados capturados a partir de seu programa FDM para apoiar alterações solicitadas para controlo de tráfego aéreo e os procedimentos a utilizar no aeroporto;
- Comprovar se os procedimentos de “*Noise abatement*” foram cumpridos, evitando deste modo multas;
- Identificar os perigos, fornecendo informação para avaliar e atenuar os riscos, e possibilita a monitorização e medição do desempenho de *Safety*, sendo este um dos requisitos apresentado pelo ICAO referente à implementação do SMS. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

### 1.3 Limitações do FDM

O programa de monitorização de dados de voo, apesar das suas vantagens, deve ser adaptado e o seu funcionamento actualizado por cada operadora ao seu tipo de operações, de modo a focar a atenção nos pontos de maior risco já conhecidos. Os dados digitais recolhidos pelo sistema de gravação de dados de voo, contém erros associados ao tipo de sensores da aeronave. Em certas ocasiões podem ocorrer perdas de dados devido a problemas no equipamento de aquisição de dados ou nas memórias utilizadas para extrair os dados de voo.

Cada operador deve rever constantemente os limites dos parâmetros de eventos para que estejam enquadrados com o tipo de operações desempenhadas pela organização. Só assim o programa consegue identificar eficazmente falhas e desvios operacionais. Sempre que ocorre um evento, deve ser realizada uma investigação de forma a validar esse evento e apurar as circunstâncias em que ocorreu.

## 2.Objetivo da Dissertação

Apresentar os princípios de monitorização de voo, os requisitos destes face ao “*Safety Management System*” com vista a otimizar e integrar a prática de monitorização de dados de voo no SGSO da euroAtlantic Airways.

### 3. A empresa

A euroAtlantic Airways teve a sua origem na Air Zarco, fundada a 25 de Agosto de com sede em Sintra. A 17 de Maio de 2000 é celebrada a escritura de alteração ao pacto social da Air Zarco, surgindo a nova designação “euroAtlantic Airways - transportes aéreos, S.A., com o código ICAO “MMZ”.

A EAA é uma operadora aérea certificada pela Autoridade Nacional de Aviação Civil - ANAC, operando em aeroportos por todo o mundo, que fornece os seguintes serviços:

- Voos regulares entre Lisboa e Bissau ;
- Voos regulares entre Lisboa e São Tomé fruto de uma parceria com a STP Airways;
- Voos Charter;
- Serviços ACMI.

A empresa, até Julho de 2015, possui uma frota de 7 aeronaves:

Boeing 777-200 CS-TFM

Boeing 767-300 CS-TRN

Boeing 767-300 CS-TFT

Boeing 767-300 CS-TLO

Boeing 767-300 CS-TRW

Boeing 767-300 CS-TLZ

Boeing 737-800 CS-TQU

Durante a operação do HAJJ foram adquiridas mais três aeronaves Boeing 767-300 e outras duas saíram de serviço.

A EAA possui um total de cerca de 80 tripulantes de aeronaves, de diversas nacionalidades, provenientes de culturas organizacionais diversas.

Dentro da EAA todos os departamentos tem uma relação hierarquicamente dependente do conselho de administração.

O responsável pelo Departamento de *Safety* é o *Safety Manager*, sendo responsável pela supervisão do desempenho de segurança operacional da euroAtlantic Airways, e também pela administração e manutenção do SGSO em nome do Administrador Responsável. O *Safety Manager* tem várias funções atribuídas, tais como informar e aconselhar o Diretor Responsável em questões relacionadas com a segurança operacional das operações e com os recursos da empresa. Desempenha um papel na interação com as tripulações, com os engenheiros de manutenção e com os gestores dos restantes departamentos. Deve também possuir uma relação positiva com as autoridades regulamentares, e estar diariamente em contato com o Diretor de Operações de Voo, com o Piloto Chefe, com o Diretor de Manutenção, com o Gestor de Treino das tripulações, com o Gestores de Frota, com o Gestor de Engenharia de Operações, com o Gestor da Qualidade, com o Gestor das Operações em Terra e com os demais representantes da segurança operacional. (euroAtlantic Airways, 2014)

## A empresa

---

As responsabilidades do *Safety Manager* passam por:

- Monitorizar ações corretivas e tendências de segurança operacional;
- Cooperar com os responsáveis de todos os departamentos da companhia no que diz respeito a assuntos relacionados com a segurança operacional;
- Assistir em investigações de acidentes e coordenar investigações de incidentes;
- Realizar auditorias de segurança operacional;
- Identificar a raiz das causas de acidentes e incidentes;
- Desenvolver e implementar medidas corretivas às causas apuradas;
- Responder às não-conformidades encontradas dentro do departamento durante as auditorias realizadas pelo departamento de *Compliance*.

À medida que as atividades da EAA se expandem, será cada vez mais difícil para o *Safety Manager* atuar como uma entidade única, sendo necessário uma equipa de especialistas que tem como função assistir na monitorização de eventos e fornecer *inputs* durante a investigação de ocorrências. Fonte [3]

Esta equipa é composta pelas seguintes entidades:

- Safety Specialists (Pessoas com experiência relevante em segurança operacional)
- Flight Safety Officers (Membros de tripulação técnica)
- Cabin Safety Officer (Membros sénior de tripulação de cabine)
- Safety representatitives.

**Safety/FDM Specialist:** Tem como responsabilidade a organização administrativa do departamento de Safety e deve reportar todos os assuntos ao *Safety Manager*.

As tarefas principais do *Safety Specialist* incluem:

- Relatórios de segurança operacional e manutenção da base de dados de análises de FDM;
- Prestar suporte às equipas de investigação;
- Assistir o *Safety Manager* na condução de auditorias de segurança operacional;
- Prestar suporte na análise de fatores humanos.

**Flight Safety Officer:** é responsável por promover e supervisionar assuntos relacionados com a segurança de voo dentro das operações de voo de acordo com o SGSO da empresa. Tem como principais tarefas:

- Cooperar com os fabricantes e departamentos de *Safety* dos clientes da empresa;
- O tratamento de eventos de FDM;
- Assistir em investigações de acidentes e coordenar investigações de incidentes;

**Cabin Safety Officer:** É responsável por promover e supervisionar assuntos relacionados com a segurança operacional da cabine dentro das operações de voo.

**Safety Representatives:** A função principal dos *safety representatives*, sempre que necessário, é:

- Prestar suporte durante os procedimentos de investigação para todos os relatórios de ocorrência de segurança operacional que estejam relacionados na sua área funcional

## A empresa

- Fornecer ao departamento de *Safety* todos os elementos necessários para documentar o relatório de ocorrência.
- Promover voluntariamente o reporte de segurança operacional dentro dos seus próprios departamentos.
- Identificar e analisar perigos dentro do departamento com o objeto de eliminar ou investigar o risco.

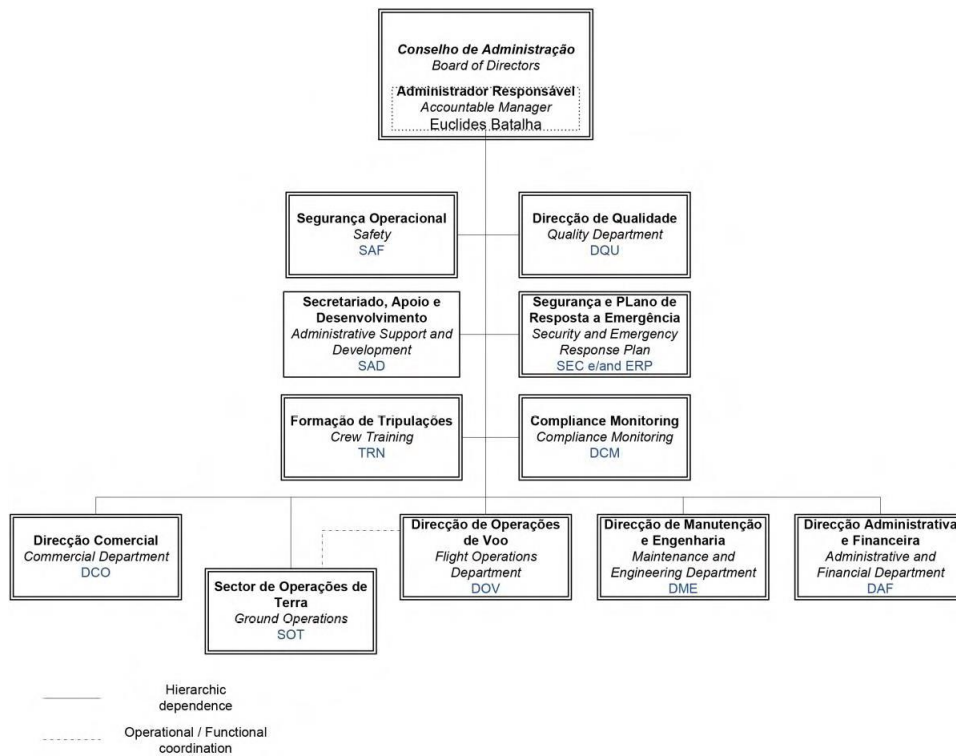


Figura 1 Organograma da Empresa (euroAtlantic Airways, 2014)

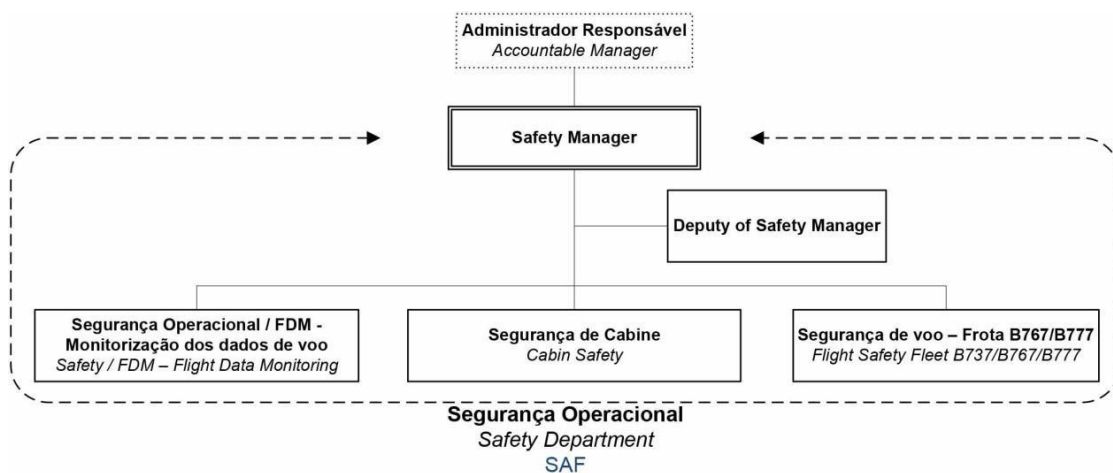


Figura 2 Organograma de funcionamento do departamento de Segurança operacional da EAA (euroAtlantic Airways, 2014)

## 4. Estado da arte

### 4.1 Enquadramento do FDM no SMS

#### Conceitos de Segurança operacional

De acordo com o Professor James Reagon, as falhas nos equipamentos ou erros operacionais nunca são a causa das falhas nas defesas de segurança operacional, mas sim o gatilho que desencadeia o acidente. As falhas nas defesas de segurança operacional são consequências de decisões feitas pela direção da organização, que permanecem latentes até que o seu potencial seja ativado por um conjunto específico de circunstâncias operacionais, circunstâncias estas onde falhas humanas ou falhas ativas ao nível operacional funcionam como gatilhos de condições latentes que facilitam uma falha no sistema. No conceito do modelo de Reagon, todos os acidentes incluem uma combinação de condições ativas e condições latentes. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

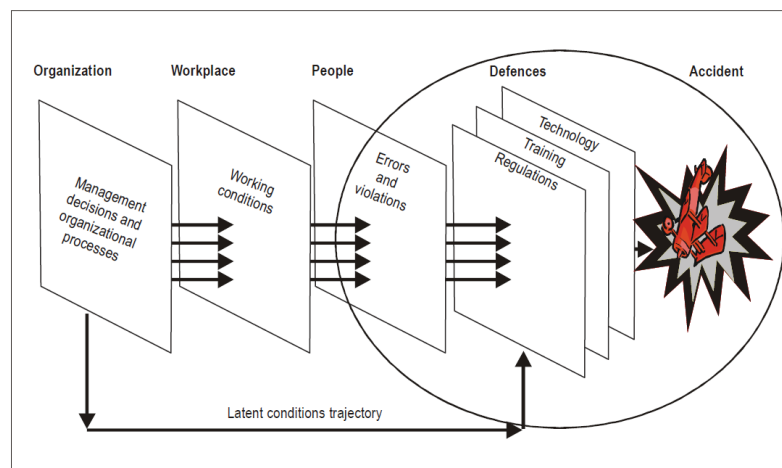


Figura 3 Conceito de causa de acidente (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Devido à complexidade da aviação, a eliminação de acidentes e incidentes sérios é inatingível. Nenhuma atividade humana ou sistema criado pelo homem pode ser garantido como absolutamente livre de perigos e de erros operacionais. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O erro humano é considerado como o fator contribuinte na maior parte das ocorrências na aviação. Mesmo as pessoas mais competentes e experientes cometem erros. Os erros devem ser aceites como uma componente "normal" de qualquer sistema onde existe interacção entre o ser humano e as tecnologias. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

As estratégias de tolerância ao erro intervêm para aumentar a capacidade de um sistema aceitar o erro humano, antes deste produzir consequências graves. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Segundo o *Safety Management Manual - SMM* da ICAO, o erro é uma ação ou falta dela, realizada por um operário que leva a desvios dos procedimentos operacionais, onde o resultado não corresponde ao que está definido. Os erros podem ser divididos em duas categorias:

## Estado da arte

---

- **Lapsos** - São defeitos na execução de um procedimento devido a falhas de memória ou imprecisão na execução;

- **Enganos** - São falhas no plano de ação, mesmo que a execução seja perfeita não é possível desempenhar o procedimento de acordo com as expectativas.

Como referido anteriormente, os erros tal como as violações em procedimentos, raramente são a causa direta de um acidente mas funcionam como um elemento despoletador de outras condições latentes. A diferença entre erros e violações resume-se à intenção da ação. Enquanto um erro é não intencional, a violação é um ato deliberado. Na aviação a maior parte das violações resultam de procedimentos irrealistas onde as pessoas desenvolvem métodos informais de realizar tarefas. Existem dois tipos de violações: violações ocasionais e violações de rotina.

- **Violações ocasionais** - Ocorrem devido a fatores particulares num momento específico, como a pressão laboral. Mesmo sabendo que se comete uma violação o objetivo de concluir com sucesso a tarefa leva as pessoas a desviarem-se das normas acreditando que o desvio não terá consequências adversas.

- **Violações de rotina** - Ocorrem quando um grupo tem dificuldade em seguir os procedimentos estabelecidos para concluir a tarefa. Isso revela deficiências na interface entre o humano e a tecnologia que levam a procurar uma otimização do procedimento.

No contexto do SGO é necessário compreender que, independentemente do nível de tecnologia, treino, regulamentação, processos e procedimentos, o ser humano continuará a cometer erros. O objetivo é melhorar as defesas para reduzir a probabilidade de ocorrência de erros assim como as suas consequências.

*Segundo o SMM da ICAO*, estatisticamente, ocorrem milhões de erros operacionais até que um acidente ocorra.

A gestão da segurança operacional não consegue eliminar as limitações humanas, mas existe um conjunto de opções disponíveis para colmatar as consequências do desempenho humano. Dada a inevitável divergência entre as interfaces do SHELL nas operações de voo, a margem para erros humanos é enorme. A compreensão de como estas divergências afetam o desempenho de trabalho é fundamental para gestão da segurança operacional. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Existem três estratégias para controlar o erro humano:

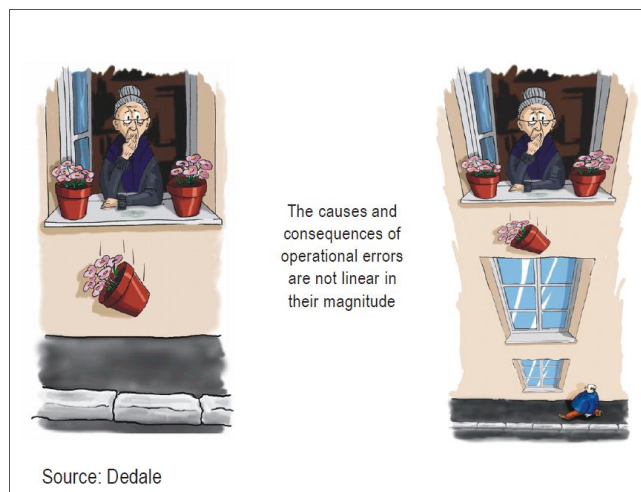
**Estratégias de redução** - Intervém diretamente na fonte do erro operacional reduzindo-o ou eliminando os fatores contribuintes para este. Exemplos de estratégias de redução incluem melhoramento das condições de trabalho, tal como adequar a luminosidade ao tipo de tarefa desempenhada.

**Estratégia de capturação** - Assume-se que o erro já foi cometido. O objetivo é “capturar” o erro operacional antes que as consequências adversas do erro tenham impacto. Capturar o erro operacional é diferente de reduzir o erro uma vez que não servem para eliminar o erro. (Exemplo: *Checklists*, *task cards*, *flightstrips*).

**Estratégia de Tolerância** - Refere-se à capacidade do sistema em aceitar o erro operacional sem consequências sérias. Por exemplo: redundância nos sistemas. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Estas estratégias tem por base três defesas básicas: a tecnologia, o treino e a regulamentação.

Os erros operacionais e as suas consequências não são lineares na sua magnitude. Dependem do contexto em que os erros ocorrem. Diferentes contextos podem significar consequências totalmente diferentes.



**Figura 4** Erros Operacionais e as suas consequências (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O ser humano interage com outros componentes da aviação. O modelo SHELL é uma ferramenta que permite analisar os vários componentes no contexto operacional e as possíveis interações com as pessoas, cujo nome é derivado das iniciais das quatro componentes:

*Software (S)* - Procedimentos, treino;

*Hardware (H)* - Máquinas e equipamento;

*Environment (E)* - Circunstâncias operacionais, onde o resto do sistema se encontra;

*Liveware (L)* - Seres humanos;



**Figura 5** Modelo SHELL (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O *Liveware* no centro do modelo representa os humanos centrados na linha da frente das operações. Embora os seres humanos se adaptem facilmente ao seu meio envolvente, existem vários fatores que afetam o seu desempenho. Os seres humanos não interagem de forma perfeita com as várias componentes no seu ambiente de trabalho, existindo assim uma rugosidade entre o ser humano e as várias interfaces. Isto deve-se a vários fatores que afetam o desempenho individual tais como:

- a) Físicos: Capacidades físicas (exemplo: visão, audição, altura);
- b) Fisiológicos: fatores que afetam a capacidade humana de processamento e que podem comprometer o desempenho cognitivo (exemplo: disponibilidade de oxigênio, saúde, doenças, uso de tabaco, álcool e drogas, stress e fadiga);
- c) Psicológicos: Fatores que influenciam a preparação psicológica do ser humano, face às circunstâncias que podem ocorrer (exemplo: treino adequado, experiência);
- d) Psicossociais: Fatores externos dos seres humanos que acrescentam pressão dentro e fora do ambiente de trabalho (exemplo: falecimento de familiares, tensão doméstica, discussão com superiores). (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O modelo SHELL é usado particularmente para a visualização das várias componentes do sistema da aviação, que incluem:

**Liveware-Hardware (L-H)** - A interface entre o ser humano e tecnologia é a mais frequentemente referida no desempenho humano. Esta determina como o ser humano interage com o ambiente físico no seu ambiente de trabalho (exemplo: o design das cadeiras no *cockpit* apropriado as necessidades do corpo humano)

**Liveware-Software (L-S)** - Esta é a relação entre o humano e o Sistema de suporte no local de trabalho (exemplo: regulamentos, manuais, checklists, publicações, SOPs e softwares de computador). Esta interface engloba problemas como o de “user-friendliness”, de precisão, do formato, da apresentação, do vocabulário, da clareza e simbologia.

**Liveware-Environment (L-E)** - Envolve a relação entre o humano e ambos os ambientes internos e externos. O ambiente interno inclui considerações como a temperatura ambiente, luz, ruído, qualidade do ar. O ambiente externo inclui condições como visibilidade, turbulência, terreno etc.

**Liveware-Liveware (L-L)** - A interface entre o humano e outras pessoas no ambiente de trabalho. Tripulações, controladores de tráfego aéreo, engenheiros de manutenção e outro pessoal operacional. As tarefas desenvolvidas em grupo têm um papel determinante no desempenho humano. O treino de *Crew Resource Management - CRM*, foca particularmente esta interface. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O perigo é uma condição ou objeto com o potencial de causar ferimentos em pessoas, danos em equipamentos ou estruturas, perda de material ou redução da capacidade da empresa para desempenhar uma função prescrita. A consequência é o potencial resultado do perigo. Por exemplo: um vento de 15 nós soprando de lado na pista é um perigo. A possibilidade do piloto não ser capaz de controlar o avião durante a descolagem ou aterragem é uma das consequências do perigo.

Existem 3 tipos de perigos (International Civil Aviation Organization, 2013b):

**Naturais** - Por exemplo: condições climatéricas adversas;

**Técnicos** - Por exemplo: deficiências na aeronave e seus componentes;

**Económicos** - Por exemplo: custo do material ou equipamento, custo de combustível.

Os perigos podem ser identificados através de diferentes fontes, tais como auditorias e inquéritos, análise de dados de voo, sistema interno de notificação obrigatória/voluntária e relatórios de acidente. Após a identificação dos perigos é necessário proceder à análise e à documentação do mesmo.

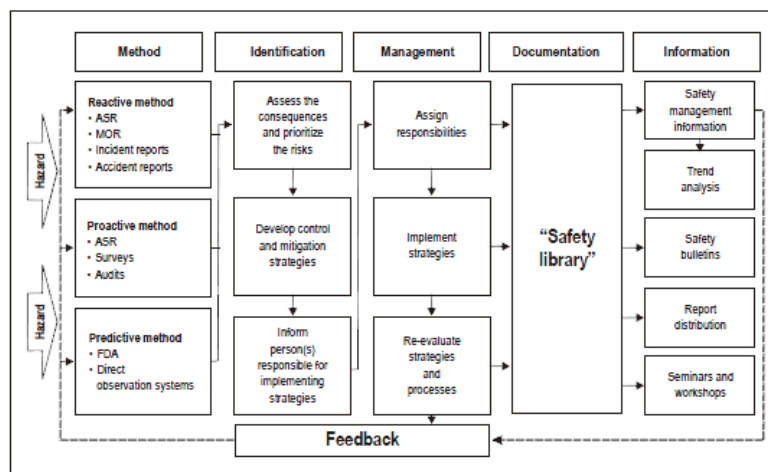


Figura 6 Processo de Documentação de Perigos (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O SGSO é uma ferramenta de gestão de segurança operacional para toda a organização. A implementação do SGSO deve ser proporcional ao tamanho da organização e da complexidade dos serviços prestados. O principal objetivo do SGSO é melhorar a gestão da segurança operacional.

Existem três métodos possíveis para a gestão da segurança operacional:

- **Reativo:** responde a eventos que já aconteceram, tais como acidentes e incidentes. Este método é mais adequado em situações que envolvem falhas na tecnologia e eventos incomuns. A contribuição das abordagens reativas para a gestão da segurança depende do grau em que a investigação vai além da causa desencadeante e inclui fatores contribuintes e os resultados devidos aos riscos. (International Civil Aviation Organization, 2013b)
- **Proativo:** procura ativamente identificar riscos à segurança operacional através da análise das atividades da organização, com base na noção de que falhas no sistema podem ser minimizadas através da identificação dos riscos de segurança operacional dentro do sistema antes deste falhar, e da tomada de medidas necessárias para reduzir os riscos de segurança operacional. (International Civil Aviation Organization, 2013b)
- **Preditivo:** Obtém o desempenho do sistema em tempo real e identifica problemas futuros.

Todas estas estratégias devem ser utilizadas sistematicamente de modo a lidar com os riscos da melhor forma e poder disponibilizar informação assertiva para que se possam tomar decisões acertadas de modo a contornar estas ameaças. Fonte: (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Esta metodologia é a mais eficiente uma vez que identifica potenciais problemas antes destes acontecerem, através da busca de informações de uma variedade de fontes que podem ser indicativos dos (futuros) riscos de segurança operacional emergentes. O FDM encontra-se inserido nesta metodologia, onde a análise de tendências contribui para identificação de riscos emergentes.

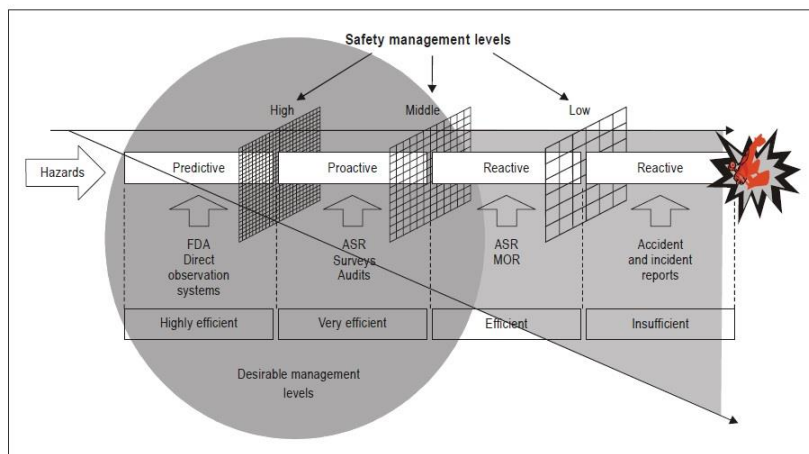


Figura 7 Estratégias e níveis de intervenção para a gestão da segurança operacional (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O SGSO é construído com base em 8 blocos:

- 1) Compromisso do representante da organização no que diz respeito a gestão de segurança operacional;
  - 2) Reporte de segurança eficaz de modo a recolher o máximo de informação de forma voluntária;
  - 3) Monitorização constante. Colecionar informação é apenas o primeiro passo, sendo necessário analisar esta informação e retirar conclusões úteis;
  - 4) Investigar ocorrências relacionadas com a segurança, não procurando perceber quem é o responsável da ocorrências mas antes descobrir o porquê de terem ocorrido. Isto possibilita à organização compreender que tipo de defesas deve adotar e, caso já existam defesas, quais devem ser reforçadas.
  - 5) Partilhar as lições aprendidas relacionadas com a segurança operacional e a melhores práticas.
  - 6) Implementação de formação sobre segurança operacional para o pessoal operacional. É urgente implementar treino básico de segurança operacional regularmente, a todos os níveis do pessoal operacional.
  - 7) Implementação de *Standard Operating Procedures - SOPs* incluindo *checklists* e *briefings*, para uniformizar o desempenho de tarefas e responsabilidades de todos os indivíduos dentro da organização.
  - 8) Melhoramento contínuo do nível geral de segurança operacional da organização. A gestão de segurança operacional não é uma atividade de um dia só, é um processo diário e constante que só pode ser alcançado através de melhoramentos contínuos.
- (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Para quantificar a segurança operacional, é necessário recorrer a métodos analíticos baseados em resultados estatístico. Isto ajuda à quantificação de situações e à criação de um argumento mais credível. Esta atividade requer apenas capacidades básicas que podem ser obtidas com recurso a sistemas informáticos, que ajudam a identificar modas e a apresentar gráficos para a análise.

- **Análise de tendências:** A monitorização de tendências em informação relacionada com a segurança operacional proporciona capacidade de previsão. Modas que estejam a emergir podem ser perigos numa fase embrionária. Este tipo de análise pode ser utilizado como um alarme para detetar se o desempenho da segurança operacional pode estar a afastar-se dos limites aceitáveis.
- **Comparações normativas:** Em certas situações é útil comparar uma operação em estudo com uma amostra significativa de operações similares.
- **Simulação e teste:** Em alguns casos, os perigos tornam-se evidentes através de testes. Pode ser necessário a utilização de um simulador para avaliar as condições da operação. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

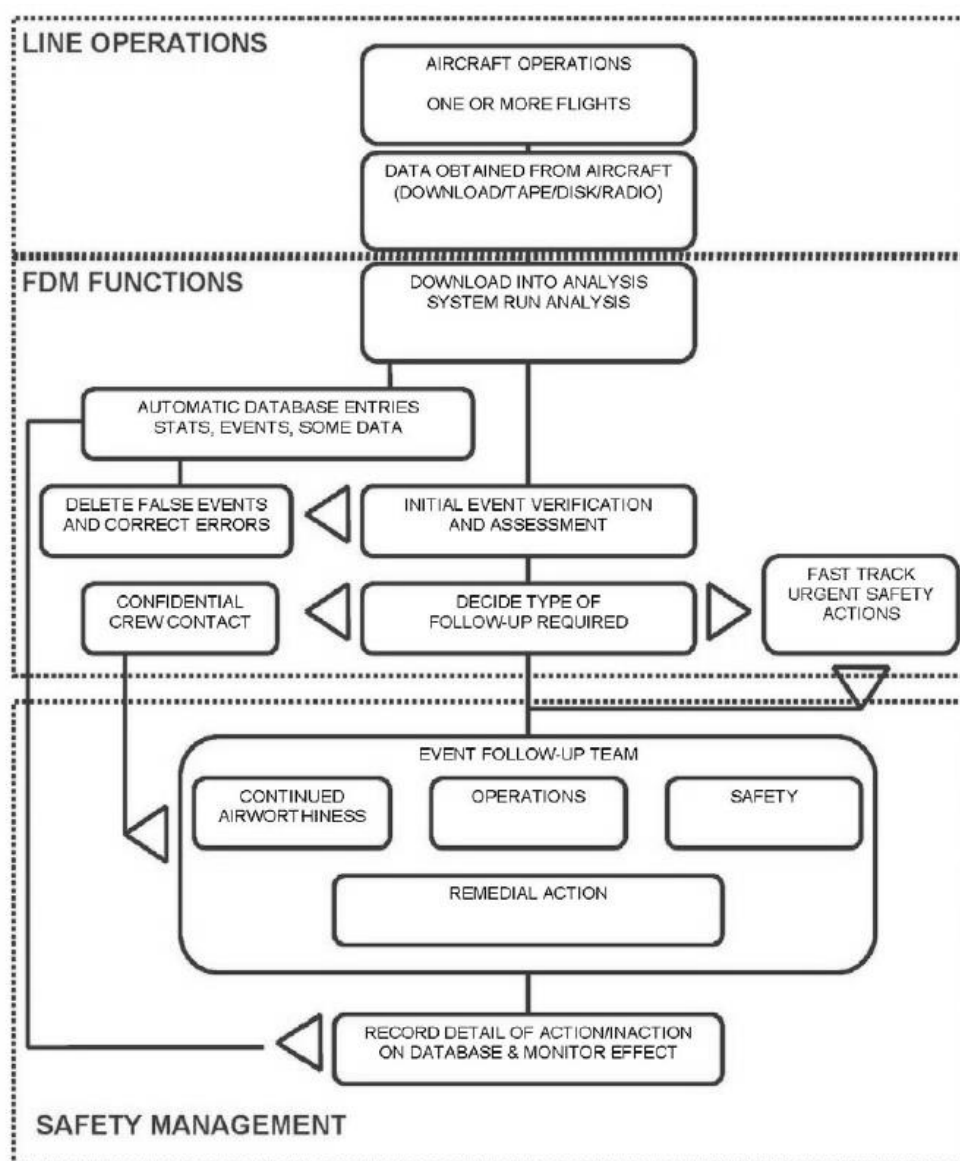


Figura 8 fluxo de informação entre FDM e SMS (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

Em geral, após a operação da aeronave, os dados de voo são extraídos da aeronave. Posteriormente são introduzidos num sistema, onde ficam retidos numa base de dados, para

ser efetuada uma verificação e avaliação dos eventos de FDM. Caso os eventos sejam falsos, os eventos são eliminados, caso contrário é decidido o qual o procedimento a tomar, com o objetivo de encontrar uma ação que corrija a situação. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

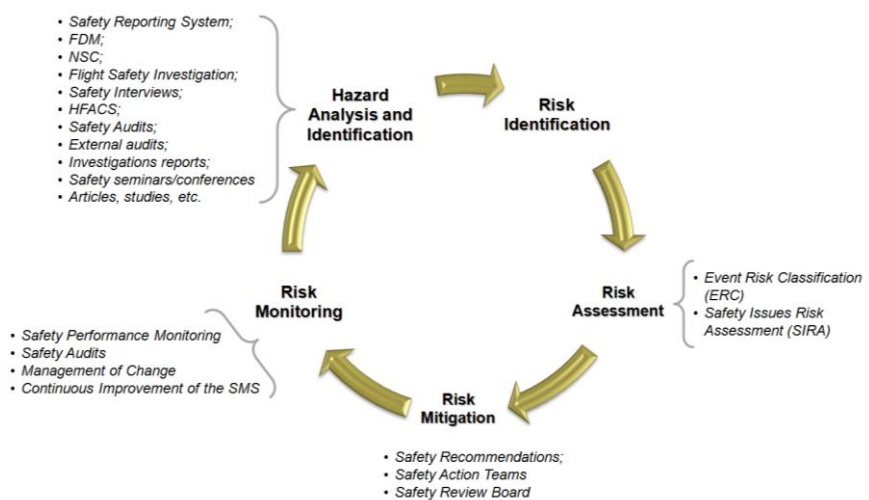


Figura 9 Loop de funcionamento do SMS

A primeira tarefa a realizar no funcionamento do SGSO é a identificação e análise de perigos, fazendo o uso do FDM, relatórios de segurança operacional, investigações, auditorias, estudos etc. Dentro dos perigos é necessário identificar os riscos, para estes que possam ser avaliados e classificados. Após a avaliação do risco são colocadas recomendações cuja sua eficácia deve ser monitorizada.

A monitorização de dados de voo é uma das principais ferramentas do SGSO, que tem como objetivo identificar e detetar:

- 1) Práticas inseguras;
- 2) Problemas de procedimentos;
- 3) Treino inadequado;
- 4) Desvios na operação das aeronaves relativamente aos SOPs da companhia;
- 5) Problemas técnicos;
- 6) Quantificar áreas de risco operacionais e margens de segurança;
- 7) Quantificar riscos realçando ocorrências, com práticas inusuais ou circunstâncias inseguras;
- 8) Com base na frequência de ocorrências, e com o nível de severidade, determinar quais são os riscos intoleráveis se as tendências se mantiverem;
- 9) Determinar procedimentos apropriados a pôr em prática numa medida correctiva, uma vez que um risco inaceitável seja detetado ou seja antecipado através das tendências;
- 10) Monitorizar a eficácia de uma medida correctiva.

O SGSO possui quatro pilares para o seu funcionamento :

### I Política da segurança operacional e os seus objetivos:

- Compromisso da gestão e responsabilidade;
- Responsabilidades na segurança operacional;
- Nomeação do pessoal-chave da segurança operacional;
- A coordenação do planeamento de resposta de emergências;
- Documentação do SGSO.

### **II Gestão do risco da segurança operacional:**

- Processo de identificação do Perigo;
- Processo de avaliação do risco e sua mitigação (redução);
- Investigação interna da segurança operacional.

### **III Garantia da segurança operacional:**

- Monitorização e medida do desempenho da segurança operacional;
- Gestão da mudança;
- Melhoria contínua do SGSO.

### **IV Promoção da segurança operacional:**

- Formação e Treino;
- Comunicação da segurança operacional .

### **Compromisso da gestão e responsabilidade:**

O operador deve definir a política da segurança operacional da empresa que deve estar em conformidade com os requisitos internacionais e nacionais, ser assinada pelo *Accountable Manager* e refletir compromissos organizacionais em matéria de segurança operacional. Este compromisso deve ser acompanhado de uma declaração clara sobre o fornecimento dos recursos necessários para a execução da política de segurança operacional que deve ser comunicada, com visibilidade, por toda a organização. Esta declaração indica claramente quais os tipos de comportamentos operacionais que são inaceitáveis e incluir as condições em que a isenção de ação disciplinar sejam aplicáveis. Esta política deve ser revista periodicamente para assegurar que ela permanece apropriada a empresa.

### **Responsabilidades da segurança operacional:**

O operador deve identificar o Gestor Responsável (*Accountable Manager*) que, independentemente de outras funções, tem a responsabilidade final em nome da organização para a implementação e manutenção do SGSO. Esta pessoa deve possuir o perfil estabelecido pela ANAC no regulamento nº 831/2010.

### **Nomeação do pessoal-chave da segurança operacional:**

O operador deve identificar um gestor de segurança operacional (*Safety Manager*) para ser o responsável individual de um SGSO eficaz, de forma a gerir o plano de implementação em nome do gestor responsável (*Accountable Manager*), para manter a documentação da segurança operacional e garantir que a formação sobre segurança operacional está disponibilizada e que cumpre os requisitos da legislação.

### **A coordenação do planeamento de resposta a emergências:**

O plano de emergência deve apresentar o protocolo a ser realizado após um acidente.

### **Documentação do SGSO:**

O operador deve desenvolver e manter a documentação do SGSO para descrever:

- A política de segurança operacional e os seus objetivos;
- Os requisitos do SGSO;
- Os processos e procedimentos do SGSO;
- As responsabilidades, *accountabilities* e autoridades para os processos e procedimentos;
- Os resultados do SGSO.

### **Processo de identificação do perigo:**

A empresa deve desenvolver e manter um processo formal que assegure que os perigos na operação são identificados. A identificação deve ser baseada numa combinação de métodos reativo, proativo e preditivo de recolha de dados da Segurança Operacional.

## Estado da arte

---

Devem existir sistemas de notificação de segurança, obrigatórios, voluntários e confidenciais. A resposta ao reporte deve ser rápida, acessível e informativa. Os dados devem ser recolhidos e armazenados, analisados e distribuídas informações trabalhadas a partir da análise destes mesmos dados.

### **Processo de avaliação do risco e sua mitigação:**

O operador deve desenvolver e manter um processo formal que garanta:

- A Análise (probabilidade e severidade da ocorrência);
- A Avaliação (tolerância)
- O Controlo (mitigação) dos riscos da segurança operacional para avaliar as consequências dos perigos em operações segundo o método *As Low As Reasonable Possible* - ALARP

### **Monitorização e Medida do Desempenho da Segurança Operacional:**

O operador deve desenvolver e manter os meios para verificar o desempenho da SO na empresa e para validar a eficácia dos controlos dos riscos da segurança operacional. O desempenho é verificado com as seguintes ferramentas:

- Notificações de segurança operacional;
- Estudos da segurança operacional;
- Revisões da segurança operacional, incluindo análise de tendências;
- Auditorias/inspeções internas da segurança operacional;
- Investigações internas e externas.

### **Gestão da Mudança:**

A empresa deve desenvolver e manter um processo formal para identificar as mudanças dentro da mesma que podem afetar os processos estabelecidos e os serviços, a fim de:

- Garantir a segurança operacional antes de implementar mudanças;
- Eliminar ou modificar controlos de risco da segurança operacional que já não são necessários ou eficazes devidas as mudanças no ambiente operacional.

As empresas de aviação civil podem sofrer alterações permanentes devido a sua expansão, com a introdução de novos equipamentos ou procedimentos. As mudanças podem originar:

- Introdução de novos perigos;
- Impacto na adequação da redução do risco;
- Impacto na eficácia da redução do risco.

### **Melhoria Contínua:**

A melhoria contínua é medida através da monitorização de indicadores de desempenho da segurança operacional de uma organização e está relacionado com a eficácia de um SGSO. Os processos na garantia de segurança operacional suportam as melhorias para o SGSO através da verificação contínua e ações de acompanhamento. Estes objectivos são alcançados através a aplicação de avaliações internas e auditorias independentes do SGSO.

### **Formação e treino:**

O operador deve desenvolver e manter um programa de formação em segurança operacional que garante que o pessoal é formado e competente para desempenhar as funções no SGSO. O âmbito da formação em segurança operacional deve ser adequado ao envolvimento de cada indivíduo no SGSO do operador.

### Comunicação da segurança operacional:

O operador deve desenvolver e manter meios formais de comunicação da segurança operacionais para garantir que todo o pessoal esta plenamente consciente do SGSO e da cultura de segurança operacional da organização. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

## 4.2 Conceitos e funcionamento do FDM

No caso da EuroAtlantic, a informação de voo é obtida através do sistema digital *Flight Data Acquisition Unit* (FDAU) que recolhe a informação proveniente dos instrumentos e sensores da aeronave e encaminha a informação para duas unidades: o gravador digital de dados de voo (*Digital Flight Data Recorder* - DFDR) protegido contra acidentes, popularmente conhecido como caixas negras, e para a segunda unidade conhecida como *Quick Access Recorder* - QAR, que, como o nome indica, é uma unidade de fácil acesso utilizada para retirar os dados de voo após cada ciclo, através de um dispositivo de armazenamento de dados. Mais recentemente a empresa Navi Star já dispõem tecnologias QAR's que transmitem a informação via "wireless" em tempo real, dispensando toda a logística de recolha de dados após o ciclo de voo.

Alguns operadores não dispõem de um sistema QAR e fazem a descarga dos dados diretamente a partir do DFDR. E sta prática não é de todo recomendável uma vez que pode comprometer a durabilidade deste sistema.

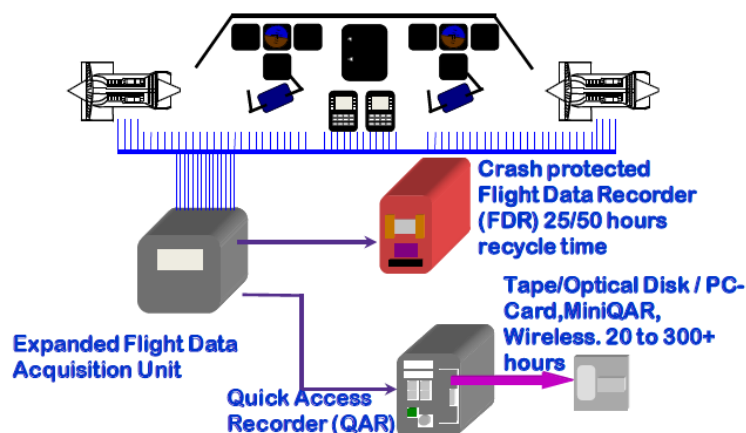


Figura 10 Sistema de gravação digital de dados de voo (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

Após a recolha de dados, estes são transferidos para a base de dados da organização. O sistema informático utiliza um algoritmo que procura desvios dos limites estabelecidos nos manuais.

**Exemplos de eventos:** aviso de entrada em perda, limite de velocidade de flap excedida, avisos de GPWS, desvios de ILS.

A informação de voos é armazenada de maneira a que a monitorização se possa tornar proactiva e se possam identificar tendências antes que os limites sejam excedidos.

**Exemplos de medições:** peso à descolagem, configuração de flap, velocidades e altitudes, temperatura, rotação e velocidade de descolagem vs velocidades programadas, maior ângulo de ataque e altitude durante a descolagem, recolha do trem de aterragem e velocidade.

**Exemplos de análises:** ângulos de ataque vs peso a descolagem, técnica do piloto em boas condições meteorológicas vs más condições meteorológicas.

Os dados de voo podem monitorizar a performance dos motores e prever o desempenho destes. Os operadores devem considerar a potencialidade dos benefícios que o FDM pode trazer no que diz respeito a manutenção não programada. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

Toda a informação deve ser armazenada numa base de dados central ou numa base de dados interligada que permita o cruzamento de vários tipos de informação. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

Quando um perigo ou um potencial perigo é identificado, o primeiro passo é decidir se o nível de risco é aceitável. Caso o nível de risco não seja aceitável, a ação apropriada para o efeito é investigar e avaliar os efeitos de qualquer proposta para redução do risco, garantindo que esse risco não seja transferido para outras situações. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

**Exemplo de uma medida corretiva:** numa aproximação abortada, foi detetado um atraso de 30 segundos entre a configuração de flaps e a recolha do trem de aterragem. A operadora, face a esta situação, deve incluir nas sessões do próximo simulador esta manobra específica. Isto fará com que as tripulações se consciencializem do quão fácil é falhar a execução de recolha do trem de aterragem no momento exato. Assim é realçada a importância do esforço de trabalho em equipa durante aterragens abortadas.

Uma vez tomada uma medida corretiva, é necessário ativar uma monitorização do problema original e uma avaliação cuidada de outros perigos na área de mudança. Parte da avaliação dos efeitos da mudança é tentar identificar consequências ou potenciais realocações do risco.

O risco é definido como a combinação da probabilidade ou frequência da consequência de um perigo e a severidade da mesma. O modelo de avaliação do risco proposto pela ICAO está apresentado nas tabelas abaixo.

Em termos de severidade, o risco pode ser catastrófico, perigoso, maior, menor ou negligenciável em função das consequências. Quanto à probabilidade, o risco pode ser frequente, ocasional, remoto, improvável e extramente improvável. (International Civil Aviation Organization, 2013b)

O cruzamento entre a frequência e a severidade permite classificar o risco como : aceitável, tolerável e inaceitável. A classificação do risco determina o procedimento a tomar. Sendo o risco classificado como aceitável é possível proceder com a operação sem que seja necessário tomar medidas correctivas. Sendo o risco classificado como tolerável é possível proceder com a operação, contudo este deve ser mitigado através da redução da probabilidade ou frequência de exposição ou através da redução das consequências. Por fim, se o risco for classificado como inaceitável, a operação deve ser interrompida até que o risco seja mitigado até um nível aceitável.

Tabela 1 Severidade das consequências (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Severidade			
Definição	Consequência a nível humano	Consequência a nível material	Nível
Catastrófica	Múltiplas mortes	Perda total da Aeronave ou dos equipamentos	5
Perigosa	Ferimentos graves	Perda parcial da aeronave ou dos equipamentos	4
Maior	Ferimentos ligeiros	Estragos na aeronave/equipamento necessitando de reparação	3
Menor	Ferimentos ligeiros que possam ser assistidos no local	Pequenos danos que necessitem reparação	2
Negligenciável	Sem ferimentos	Pequenos ou inexistência de danos	1

Tabela 2 Probabilidade de probabilidade (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Matriz de probabilidade de risco		
Definição quantitativa	Significado	Nível
Frequente	Provável que ocorra várias vezes	5
Ocasional	Provável que ocorra às vezes	4
Remota	Improvável, mas que pode ocorrer	3
Improvável	Muito improvável que ocorra	2
Extremamente improvável	Quase impossível que o evento ocorra	1

Tabela 3 Matriz de tolerância de risco (International Civil Aviation Organization, 2013b)

Probabilidade do risco		Severidade				
		Catastrófica	Perigosa	Maior	Menor	Negligível
		A	B	C	D	E
Frequente	5	Inaceitável	Inaceitável	Inaceitável	Tolerável	Tolerável
Ocasional	4	Inaceitável	Inaceitável	Tolerável	Tolerável	Tolerável
Remota	3	Inaceitável	Tolerável	Tolerável	Tolerável	Aceitável
Improvável	2	Tolerável	Tolerável	Tolerável	Aceitável	Aceitável
Extremamente improvável	1	Tolerável	Aceitável	Aceitável	Aceitável	Aceitável

As metodologias de avaliação de risco operacional ainda estão em desenvolvimento, e alguns métodos vão para além do que originalmente foi proposto pelo ICAO. Um método que tem vindo a ganhar popularidade é o método de representação de risco *Bow-Tie Safety Risk Model*.

### ***Bow-Tie Model:***

A informação proveniente do FDM pode assistir na avaliação do risco. Este modelo é uma ferramenta visual, que assiste na identificação e ligação dos controladores de risco, sublinhando a sua efetividade a identificar medidas para monitorizar o seu desempenho. A informação de FDM pode ser utilizada para monitorizar alguns destes riscos e fornecer provas quantitativas para a sistematização de um aspeto particular de determinada operação e confirmar a eficácia das defesas aos riscos e detetar a sua degradação ou outro aspeto que possa ampliar o risco. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

### 4.2.1 Tecnologias de FDM

O FDM depende essencialmente da qualidade e fiabilidade da gravação e da transmissão dos dados de voo. Para isto é necessário que os dispositivos cumpram certos requisitos.

Antigamente os operadores utilizavam os dados provenientes do *Flight Data Recorder* - FDR (caixas negras) para monitorizar os dados de voo. A única limitação prendia-se com a destruição dos dados de voo após 25 ou 50 horas de voo.

Geralmente os FDR gravam através de fita, como numa cassete. A acção de retroceder na fita afeta seriamente a durabilidade desta. São apenas obrigatórios os registos provenientes directamente do FDR em caso de acidente ou incidente grave. Existem vários tipos de FDR sendo estes:

- **Cassete (fita)** - capacidade de 64/128 WPS (*words per second*), com tempo de descarga de dados superior a 30 minutos. Descargas de alta velocidade podem danificar a fita.

- **Solid State (SSFDR)** - capacidade entre 25 e 50 horas a 64/128 WPS, com tempo de descarga mínimo de 5 minutos. A descarga não afeta a durabilidade do dispositivo.

- **Combined Voice and Data- (SSCVDFDR)** - solid state com módulos de voz e de dados de voo. Estes tipos de aparelhos são mais comuns em aeronaves com dimensões mais reduzidas e helicópteros. As aeronaves de grandes dimensões possuem sistemas separados para voz e dados de voo. Sendo os dados de voz protegidos por lei, só é permitido o acesso ao responsável máximo pela segurança operacional da organização, em casos de acidente ou incidente grave.

Os QARs são dispositivos para satisfazer as necessidades rotineiras. Devem possuir um formato compatível com a maioria dos *software* de leitura de dados de voo. Relativamente aos tipos de QARs, existem:

- **Cassete (QAR)** - Este é o método original de extração de dados de FDM. O comprimento da fita varia, e tem uma capacidade entre 10 horas 64WPS a 20 horas 256WPS ou mais. As cassetes requerem especialistas para a reprodução. Estes dispositivos já não são produzidos e é muito difícil de encontrar aparelhos reprodutores deste tipo de memórias.

- **Disco ótico (OQAR)** - Esta tecnologia usa uma combinação de laser e tecnologias ferromagnéticas. Foram desenvolvidas a partir da tecnologia comum dos PC com uma proteção à volta do disco ótico. O tempo de descarga de dados é muito superior ao da cassete. É necessário um leitor destes dispositivos. Este tipo de memórias também já não é produzido.

- **PCMCIA (CQAR ou PQAR)** - Utiliza a mesma memória de uma *flash drive*. É um dispositivo com uma grande fiabilidade e preços elevados devido a sua dimensão média, sendo maiores que cartões de memória, uma vez que estes últimos são fáceis de se perderem.

- **Solid state QAR (SSQAR)** - Alguns FDAU tem a capacidade de gravar dados, prontos para serem descarregados a alta velocidade através de um dispositivo portátil ou através de *wireless*.

- **Wireless QAR (WQAR)** - Estes sistemas oferecem um método rápido de transferência de dados que simplifica o problema logístico de dados. O sistema pode utilizar tecnologia de *smartphones* para a transferência de dados para o operador. Assim que os motores da aeronave são desligados, o sistema envia dados encriptados para o servidor de FDM automaticamente. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

### 4.2.2 A equipa de FDM

A equipa necessária para gerir o FDM pode variar de uma até sete pessoas, dependendo da frota da companhia. Contudo, mesmo só existindo um analista de FDM, existem vários papéis a desempenhar, pelo que devem existir sempre outros funcionários com formação básica em FDM para auxiliar nesta tarefa. A falta de recursos humanos geralmente resulta num fraco desempenho ou até mesmo no fracasso do programa. Mesmo no caso de um operador de pequenas dimensões poder subcontratar a gestão do programa, continua a ser necessário uma pessoa com a capacidade de tomar ações relativamente à informação recebida.

Os papéis a serem desempenhados tipicamente numa equipa de análise de dados de voo são:

- **Líder de equipa** - Esta pessoa é a pessoa responsável por todo o programa. Geralmente é a pessoa que mantém o contato direto com as tripulações em situações que requeiram qualidades diplomáticas. Esta age independentemente e tem capacidade de fazer recomendações, e deve possuir boas capacidades de análise e de gestão.

- **Analista de Operações de Voo** - Tripulante com experiência de voo que conhece bem a frota da companhia e as rotas. Tem conhecimento profundo dos SOPs, características de voo das aeronaves e aeroportos, para identificar as causas dos eventos de FDM.

- **Analista de Aeronavegabilidade** - Interpreta os dados em aspetos técnicos da operação da aeronave. Deve ter formação no sistema propulsivo, estruturas e da aeronave em geral, e possuir também conhecimentos sobre técnicas de monitorização.

- **Oficial de ligação à tripulação** - Faz a ligação entre os instrutores e a tripulação quando são detetadas ocorrências nos voos. Deve ter uma formação em *safety culture*. Recomenda formação às tripulações que possuam reincidência nos mesmos erros. Em companhias mais pequenas este papel pode ser desempenhado pelo Oficial de Segurança de Voo (*Flight Safety Officer*).

- **Engenheiro de suporte técnico** - Deve ter formação em análise de dados de voo e nos sistemas associados para gerir o programa. Deve ser um especialista em aviónicos.

- **Coordenador de segurança operacional** - Pessoa que fará o seguimento dos reportes de ocorrências.

- **Administrador** - É o responsável pelo bom funcionamento do sistema, e produz reportes e análises. Deve efectuar atualizações aos planos de voo, informação de navegação, atualizações de *software*, mudanças nos SOPs, etc. (Civil Aviation Authority (UK), n.d.)

### 4.3 Enquadramento na euroAtlantic Airways

Na implementação do SGSO, a EAA contratou os serviços da ASQS, que oferece soluções relativamente aos *software* necessários para o bom funcionamento do SGSO. Esta empresa oferece o *software* IQSMS, que cumpre os requisitos do DOC ICAO 9859, regulamentos da EASA e FAA. Este *software* dispõem de sete módulos:

- 1) Quality Management
- 2) Reporting module
- 3) Airport and flight Risk
- 4) FDM Risk
- 5) Ground operations
- 6) Risk Management module
- 7) Document management module

Estes módulos podem ser adquiridos individualmente ou num sistema integrado. A EAA adquiriu 4 destes módulos: 1), 2), 3), 6).

Quanto ao FDM, não está implementado neste *software*. A EAA utiliza a plataforma Polaris para realizar a análise de dados de voo, disponibilizado pela *Flight Data Services* - FDS (empresa do Reino Unido). Este *software* é composto por uma base de dados que está alocada aos servidores da FDS.

A plataforma Polaris dispõe de várias funcionalidades, desde a análise de voos, identificação automática de excedências de parâmetros, através de limites pré-definidos.

Após cada semana ou 36 horas de voo, os cartões de memória instalados no QAR são substituídos. O cartão com os dados gravados é inserido num leitor apropriado, de forma a enviar-se os dados de voo para a FDS. O *software* disponibiliza toda a informação do voo numa linha temporal, e é possível replicar o voo no simulador XPlane e/ou no *Google Earth*. Deste modo sempre que ocorre algum tipo de evento é possível proceder à investigação e concluir as causas que levaram a determinada ocorrência. Os dados provenientes não incluem as velocidades  $V_2$ ,  $V_{ref}$ ,  $V_{app}$ . Estes só podem ser adquiridos por um outro *software* de gestão de operações denominado AIMS. Este *software* inclui também a informação sobre as tripulações que operaram o voo.



Figura 11 Equipamento de recolha e armazenamento de dados utilizados na EAA

Neste tipo de aeronaves, os equipamentos DFDR encontram-se na cauda do avião e os QAR no porão de aviônicos. Contudo a extração de dados é feita a partir do *cockpit*, através da inserção de uma memória e a ativação dos dados que se pretende fazer a recolha.

### 4.3.1 Compromisso da EAA

Como já foi referido, o FDM procura de desvios dos limites nos manuais e SOPs da EAA. Uma prática normal cobre 100% dos voos realizados, contudo pode haver perda de informação devido a erros no *software* e *hardware*, motivo pelo qual a EAA compromete-se a monitorizar pelo menos 85% dos voos. Isto permite transmitir uma realidade das operações. A análise dos dados deve ser frequente para que seja possível aplicar ações em situações de risco.

Todos os membros de tripulação são responsáveis por reportar ocorrências. Casos de riscos detetados pelo FDM são assunto de reporte pela tripulação. A estratégia de retenção de dados de pelo menos 5 anos permite efetuar análises de tendências. (euroaAtlantic Airways, 2014)

O acesso a informação proveniente do FDM é restrita a apenas pessoas autorizadas. Quando é necessário fornecer informação para aeronavegabilidade, a tripulação não é identificada. Esta só poderá ser identificada em situações de acidentes e incidentes graves, segundo a CAT GEN MPA 195, onde tomam precedência sobre os requisitos do programa de monitorização de voo. Nestes casos a informação do FDR deve ser retida como parte da investigação e poderá sair fora dos acordos de identificação.

A monitorização de dados de voo é o uso proactivo e não punitivo da informação digital de voo. (euroaAtlantic Airways, 2014)

Em termos de responsabilidades dentro do FDM:

- O *Safety Manager* é responsável por detetar as tendências e eventos identificados pelo FDM e a transmissão dos eventos e tendências para os gestores responsáveis do processo;
- O Diretor de Manutenção é responsável pela extração da informação do MicroQAR no caso do B737 e do B767, e do Recorder Sony M.O. no caso do B777;
- Os chefes de frota, Diretor de Operações de Voo e Diretor do Treino, são responsáveis por garantir que sejam tomadas medidas corretivas em resultado da identificação de tendências de eventos.

Em termos de objetivos, a EAA compromete-se a detetar:

- Práticas inseguras;
- Problemas de procedimentos;
- Irregularidades no treino;
- Operações de aeronaves que saem do contexto dos SOPs da companhia;
- Problemas técnicos;
- Áreas de riscos operacional e quantificar as margens de segurança operacional;
- Quantificar riscos operacionais com base na frequência das ocorrências combinado com o nível de severidade, para avaliar quais os riscos que são inaceitáveis se as tendências se mantiverem;
- Procedimentos correctivos a pôr em prática quando é detetado um risco inaceitável, quer esteja o risco presente ou seja previsível se as tendências se mantiverem;
- Monitorizar a efetividade da ação corretiva. (euroaAtlantic Airways, 2014)

O contacto com a tripulação é uma componente vital do programa de FDM. O *feedback* individual tem um grande impacto na alteração de comportamentos. Por este motivo todos os eventos de nível 3 relevantes resultarão num contacto direto com as tripulações, aumentando assim o nível de alerta e comportamentos. Qualquer membro pode também requisitar a análise de um voo em particular, para fins didáticos. O departamento de *Safety* reserva-se no direito de decidir quando e como é que a informação deve ser enviada a outros departamentos, tendo em conta a política não-punitiva e de confidencialidade. (euroaAtlantic Airways, 2014)

# 5. Ocorrências

## 5.1 Limites operacionais

Os limites operacionais restringem os valores máximos de vários parâmetros. A excedência destes valores deve ser evitada, uma vez que a sua excedência pode implicar uma acção de manutenção não programada (porque a operação na excedência pode encurtar a vida útil da aeronave) ou uma situação de risco (por comprometer a integridade da aeronave). Geralmente existe uma margem entre o limite operacional e o limite a partir da qual é necessária uma acção de manutenção. Os valores variam consoante a frota e a aeronave.

### Procedimentos no solo:

Os procedimentos operacionais no solo envolvem a rolagem para a pista, que de acordo com os SOPs da EAA, 1.8 Taxi Procedure, este procedimento é realizado sempre pelo Comandante. Este procedimento deve respeitar velocidades, para evitar que a aeronave derrape fora do *taxiway* ou que ocorra sobreaquecimento lateral dos pneus. Previamente à operação a tripulação deve rever os NOTAMS e o ATIS atuais do aeroporto para tomar conhecimento de vias fechadas ou em construção no aeroporto.

“...On long straight taxi routes, speeds up to 30 knots are acceptable, however at speeds greater than 20 knots use caution when using the nose wheel steering tiller to avoid overcontrolling the nose wheels. When approaching a turn, speed should be slowed to an appropriate speed for conditions. On a dry surface, use approximately 10 knots for turn angles greater than those typically required for high speed runway turnoffs.

**Note:** High taxi speed combined with heavy gross weight and a long taxi distance can result in tire sidewall overheating.

**Note:** Taxiing long distances with continuous light brake pressure can cause the wheel fuse plugs to melt and deflate the tires.” (Boeing, 2015j)

“...do not allow ATC or anyone else to rush you ...” (Boeing, 2015j)

### Rotação e descolagem:

“Takeoff speeds are established based on minimum control speed, stall speed, and tail clearance margins. (...) When a smooth continuous rotation is initiated at VR, tail clearance margin is assured because computed takeoff speeds depicted in the PI Chapter of the FCOM, airport analysis, or FMC, are developed to provide adequate tail clearance. (...) For optimum takeoff and initial climb performance, initiate a smooth continuous rotation at VR toward 15° of pitch attitude. (...)

Using the technique above, resultant rotation rates vary from 2° to 2.5° per second with rates being lowest on longer airplanes. Liftoff attitude is achieved in approximately 4 seconds.”

(Boeing, 2015j)

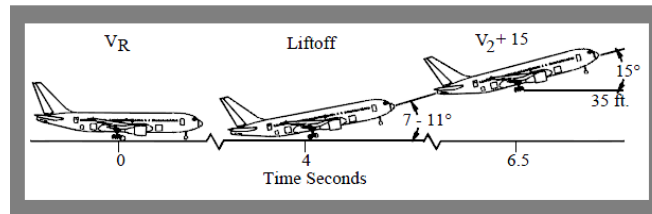


Figura 12 "Typical rotation" B767 (Boeing, 2015j)

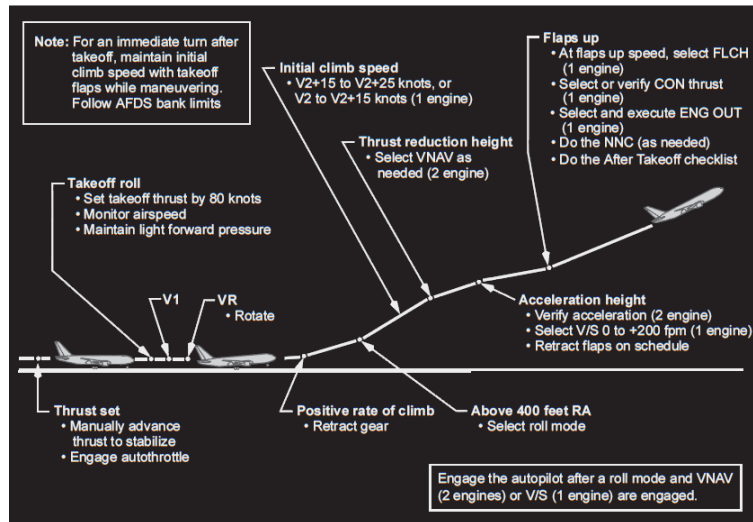


Figura 13 "Takeoff Manuevers" 767 (Boeing, 2015j)

Durante a descolagem até aos 80kt, está estabelecido que a aeronave pode abortar a descolagem por qualquer motivo. A partir dos 80kt só deve abortar a descolagem em casos extremos como, por exemplo, um incêndio no motor. A partir da V1 já não é possível abortar a descolagem, uma vez que já não existe espaço suficiente para travar dentro da pista. Ao atingir a VR, a aeronave deve iniciar a rotação. O excesso de atitude poderá resultar na colisão da cauda com o solo, resultando num *Tail Strike*, que no caso do 767-300 ocorre ao 9.6° de atitude de nariz em cima. Durante a descolagem até aos 35 pés deve-se manter uma velocidade de V2 + 15 kts até V2 + 25 kts, para salvaguardar a falha de um motor durante a descolagem, mais do que V2+25 kts ou uma baixa atitude de arfagem irá resultar numa razão de subida baixa, o que pode ser perigoso na presença de obstáculos.

“ Takeoff and initial climb performance depend on rotating at the correct airspeed and proper rate to the rotation target attitude. Early or rapid rotation may cause a tail strike. Late, slow, or under-rotation increases takeoff ground roll. Any improper rotation decreases initial climb flight path.

An improper rotation can have an effect on the command speed after liftoff. If the rotation is delayed beyond V2 + 15 knots, the speed commanded by the flight director is rotation speed up to a maximum of V2 + 25 knots. An earlier liftoff does not affect the commanded initial climb speed, however, either case degrades overall takeoff performance. ” (Boeing, 2015j)

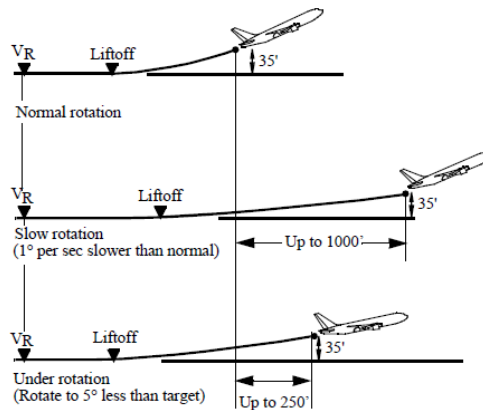


Figura 14 Slow or Under Rotation (Typical)

“...The minimum altitude for flap retraction is 400 feet. ” - FCTM, Flap retraction schedule

“...The autopilot is FAA certified to allow engagement at or above 200 feet AGL after takeoff.” - (Boeing, 2015j;autopilot engagement)

As velocidades V1, V2 são calculadas previamente ao voo, e variam segundo o comprimento da pista, peso da aeronave e desempenho propulsivo, estes cálculos ficam registados pela tripulação assim como piloto responsável pela aterragem e pela descolagem, esta documentação é entregue ao Despacho que pertence a Direção de Operações de Voo, o qual posteriormente insere esta informação no software AIMS. As limitações de velocidade estão em conformidade com os procedimentos de NADP - *Noise abatement departure procedures*, o que significa que o cumprimento destes, não implicara, excedências de limitações de ruído.

**Procedimentos em Voo:**

Durante o voo, as manobras devem estar compreendidas no envelope de voo, caso contrário será necessário proceder a uma ação de manutenção que envolve uma inspeção a nível estrutural de acordo com o manual de manutenção 05-51-04 no caso do B737-800.

“SUBTASK 05-51-04-210-018

(1) Excessive maneuvers are maneuvers that result in severe and abnormal aircraft response and/or attitude, and/or exceeding of the flight maneuvering vertical load factors, specified in

Section 2(a) below. Excessive maneuvers could be due to rapid or large alternating control inputs i.e., control column, rudder pedals, and control wheel.

(a) The vertical acceleration load limits shown below are directly applicable to excessive maneuvers.

- 1) Flaps up . . . . . 2.5g to -1.0g
- 2) Flaps down . . . . . 2.0g to 0.0g

(2) An inspection is required when the aircraft has been involved in an excessive maneuver. The

pilot must report the suspected encounter of this event. If the pilot reports that the airplane has

been involved in an excessive maneuver, refer to "Examine Airplane Structure and Wing Areas" and "Cabin Inspections" in this section. ”

(Boeing, 2015d, Chapters TASK 05-51-04-212-001)

## Ocorrências

A limitação de altitude com flaps recolhidos, segundo o FCOM do 737-800 é de 41000 pés. Caso a aeronave esteja configurada a limitação é de 20000pés. Em termos de velocidade, segundo a ICAO, abaixo de 10000 pés a aeronave não pode ultrapassar os 250kt. As velocidades *placard* são as velocidades a não exceder com uma determinada configuração de flap.

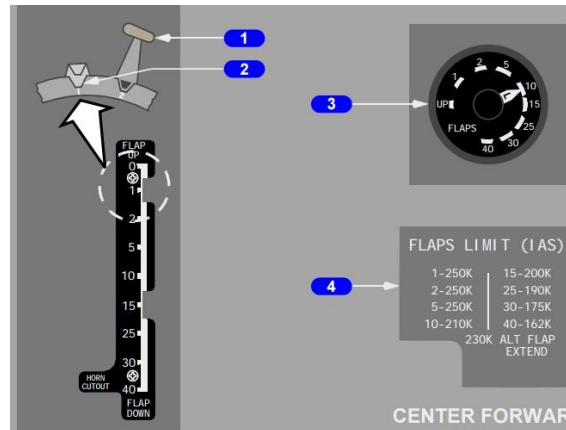


Figura 15 Placard Speed 737-800(Boeing, 2015f)

Segundo o manual de manutenção do 737-800 05-51-08, caso esta velocidade seja excedida, é necessário uma ação de manutenção, para realizar uma inspeção “Phase I” até 100 horas voo após a ocorrência ou 25 ciclos ou uma inspeção “Phase II” logo de imediato antes do voo seguinte dependendo da excedência da velocidade. Caso a excedência seja até 5 kt é apenas necessário uma inspeção “Phase I”, caso nenhum dano tenha sido encontrado, caso a excedência tenha sido igual ou superior a 15 kt é necessário proceder a uma inspeção “phase I” e “phase II”.

Para os limites de parâmetros de *Safety* e Manutenção relacionadas com velocidades de flap, foi estabelecido que qualquer excedência igual ou superior à velocidade placard constitui um evento nível 3.

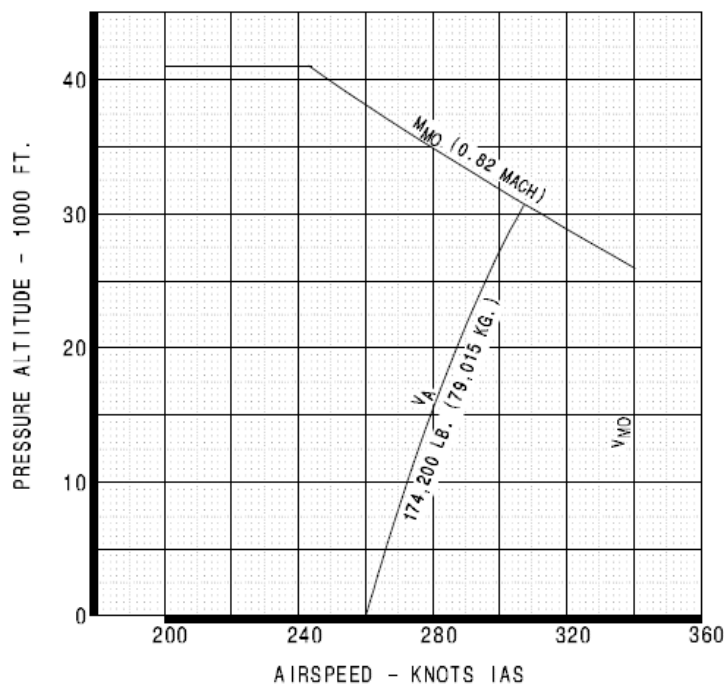


Gráfico 1 VMO e MMO para a frota B767 (Boeing, n.d.)

## Ocorrências

---

A velocidade máxima de operação do 737-800 de acordo com o *Aircraft Flight Manual* é de 340kt ou 0.82M. Contudo apenas uma excedência igual ou superior a 20kt ou 0.02M requer uma ação de manutenção, segundo o capítulo 05-51-07 do manual de manutenção.

As varias frotas estão equipadas com sistemas de “Terrain Awareness and Warning System” -TAWS, mais especificamente o “Ground Proximity Warning System” - GPWS sendo este um tipo de TAWS. Este sistema serve para alertar os pilotos de que a aeronave está em perigo iminente de colisão com o solo ou contra um obstáculo. Este sistema pode emitir diferentes mensagens de alertas: “Sink Rate” , “Terrain Pull up” , “dont sink” , “Terrain ahead pull up”.

Existe também um sistema denominado por “Traffic Collision Avoidance System” - TCAS. Este sistema funciona através da comunicação eletrônica entre todas as aeronaves equipadas com um “transponder” adequado. O sistema troca informações com outras aeronaves que tenham o mesmo equipamento tais como, altitude, velocidade, rumo. Utilizando estes dados o sistema prevê a posição das aeronaves em seu redor, determinando potenciais riscos de colisão. No limiar da entrada em perda as varias frotas estão equipadas com um aviso denominado por “stick shaker”, onde os comandos vibram de modo a alertar o piloto de que esta prestes a entrar em perda.

No limiar da entrada em perda, as várias frotas estão equipadas com um aviso denominado por stick shaker, onde os comandos vibram de modo a alertar o piloto de que a aeronave está prestes a entrar em perda.

Caso algum aviso seja emitido durante a operação por um período igual ou superior a um segundo, será classificado como um evento nível 3.

### **Aproximação e aterragem:**

Todas as aterragens seguras têm certos aspetos básicos em comum. Estes incluem uma descida planeada e uma revisão cuidada dos procedimentos da aproximação, em coordenação da tripulação, para serem executados com precisão.

Antes de iniciar a aproximação o “piloto aos comandos” deve fazer um briefing com o “piloto a monitorizar”. O *briefing* deve incluir as condições meteorológicas e os NOTAMS no destino e no alternante; tipo de aterragem e a validade dos gráficos utilizados; altitudes mínimas de segurança do setor do aeroporto; navegação e frequências de rádio a utilizarem; restrições de velocidade; entre outros.

Para realizar uma aproximação estabilizada é necessário uma velocidade constante, rácio de descida, trajetória correta de voo, configuração de aterragem. Uma aterragem deve estar estabilizada aos 1000 pés em voo por instrumentos, em voo visual deve estar estabilizada aos 500 pés caso contrário deve-se iniciar um borrego. Jamais se deve tentar aterrar a partir de uma aproximação não estabilizada.

“ Recommended Elements of a Stabilized Approach  
The following recommendations are consistent with criteria developed by the Flight Safety Foundation. All approaches should be stabilized by 1,000 feet AFE in instrument meteorological conditions (IMC) and by 500 feet AFE in visual meteorological conditions (VMC). An approach is considered stabilized when all of the following criteria are met:

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

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

- ILS approaches should be flown within one dot of the glide slope and Localizer, or within the expanded localizer scale
- During a circling approach, wings should be level on final when the Airplane reaches 300 feet AFE.

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

**Note:** An approach that becomes unstabilized below 1,000 feet AFE in IMC or Below 500 feet AFE in VMC requires an immediate go-around. ”

(Boeing, 2015j, Chapter Recommended elements for a stabilized approach)

“..Large bank angles are rarely required while tracking inbound on the localizer. Use 5° to 10° of bank angle ..” (Boeing, 2015j)

### Aproximação por instrumentos

O “*Instrument Landing System*” - ILS é um Sistema instalado no solo que fornece com precisão a posição lateral e vertical da aeronave em relação a pista. O sistema é constituído por dois subsistemas independentes: o “*localizer*” - LOC fornece uma orientação lateral e o “*glislope*” - GS fornece uma orientação vertical.

“*Localizer*” - Utiliza um arranjo de antenas posicionado depois do fim da pista. São emitidos dois feixes com frequências diferentes, uma mais orientada para a direita e outra mais orientada para a esquerda. O receptor da aeronave mede a diferença dos sinais, a diferença varia consoante o desvio da linha central.

“*Glideslope*” - Utiliza um arranjo de antenas situado na zona da aterragem, o GS utiliza uma técnica semelhante ao LOC, com a diferença em que os feixes são emitidos em direções verticais diferentes. O centro do GS define uma trajetória de voo de aproximadamente 3°.

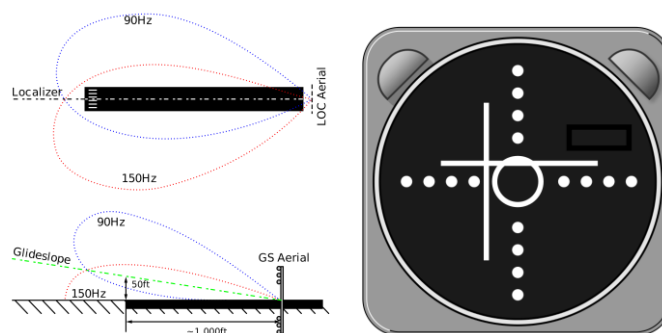


Figura 16 Ilustração do funcionamento do ILS

No caso da figura 16 o piloto deveria corrigir cerca de meio “dot” para a esquerda e um “dot” para cima, para coincidir com a trajetória de voo.

“ The following diagrams use these conditions:

- data is based on typical landing weight
- airplane body attitudes are based on flaps 30, VREF 30 + 5 knots and should be reduced by 1° for each 5 knots above this speed
- pilot eye height is measured when the main gear is over the threshold
- airplane ILS antenna crosses threshold at 50 feet.” Boeing. (2015j)

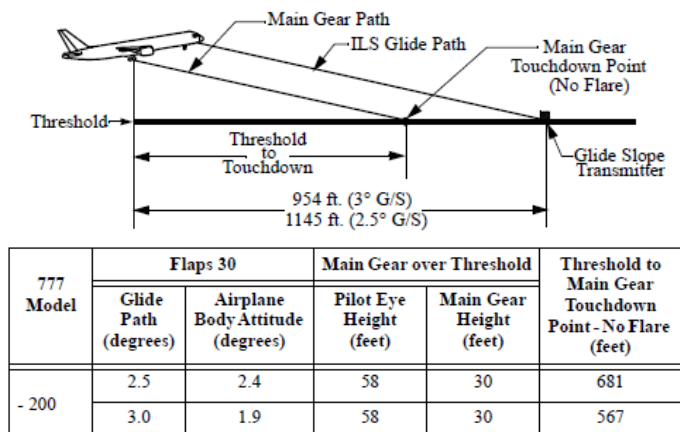


Figura 17. 777-200 ILS Landing Geometry (Boeing, 2015k)

Caso a aproximação seja feita visualmente é utilizado o “Visual Approach Slope Indicator” VASI

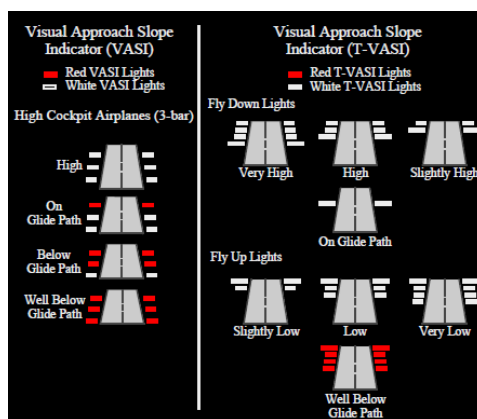
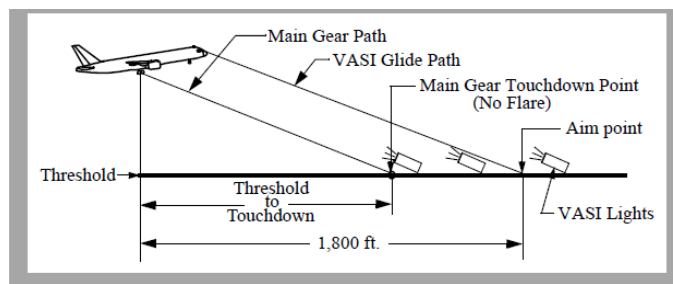


Figura 18 VASI(Boeing, 2015k)

Caso o piloto não aterre por instrumentos, só é possível detetar um desvio no “glide path” trajetória de voo, pelos valor da atitude de arfagem e pela velocidade.



777 Model	Flaps 30		Main Gear over Threshold		Threshold to Main Gear Touchdown Point - No Flare (feet)
	Visual Glide Path (degrees)	Airplane Body Attitude (degrees)	Pilot Eye Height (feet)	Main Gear Height (feet)	
-200	3.25	1.7	97	69	1221

Figura 19 777-200 VASI landing profile (Boeing, 2015k)

Para a realização de um *flare* antes de aterrizar é necessário seguir as seguintes condições no caso do 777-200

“The following diagrams use these conditions:

- 3° approach glide path
- flare distance is approximately 1,000 to 2,000 feet beyond the threshold
- typical landing flare times range from 4 to 8 seconds and are a function of approach speed
- airplane body attitudes are based upon typical landing weights, flaps 30, VREF 30 + 5 knots (approach) and VREF 30 + 0 (touchdown), and should be reduced by 1° for each 5 knots above this speed
- threshold height for main gear and pilot eye level is shown in the Two Bar/Three Bar VASI Landing Geometry tables on previous page.” - Fonte: FCTM Flare conditions

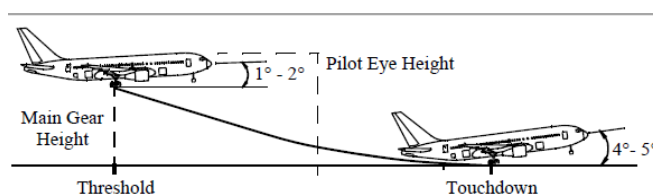


Figura 20 Flare(Boeing, 2015k)

Quanto as acelerações verticais durante a aterragem (*hardlandings*), sempre que ocorre uma suspeita de *hardlanding* ou confirmada pelo FDM, é necessário procederem a uma ação de manutenção.

No caso do B777-200 uma *hardlanding* depende de três fatores: da aceleração vertical, ângulo de rolamento e da massa a aterragem. Uma excedência de qualquer um destes três parâmetros poderá implicar uma *hardlanding*, sendo necessário proceder a uma inspeção ao trem de aterragem.

Estes fatores, estão representados segundo gráfico apresentado abaixo. O valor máximo de aceleração que esta aeronave pode admitir é de 2.1G, se tiver um angulo de pranchamento inferior a 2 graus e a massa da aeronave á aterragem não exceder o valor de Maximum Landing Weight acrescido de 1814Kg. Caso o FDR recolha informação do

## Ocorrências

acelerómetro com uma frequência de 16HZ, o limite do parâmetro pode ser considerado de 2.1G. Caso a recolha dados seja realizada com uma frequência de 8HZ, o limite do parâmetro será considerado de 1.9G.

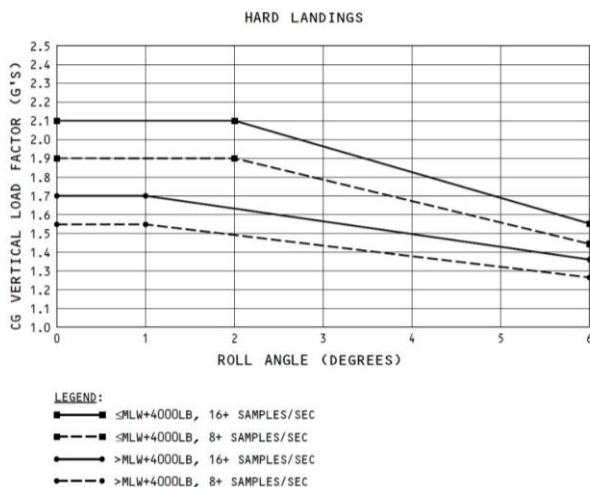


Gráfico 2 Condições de *hardlanding* para a aeronave B777-200 (Boeing, 2015e)

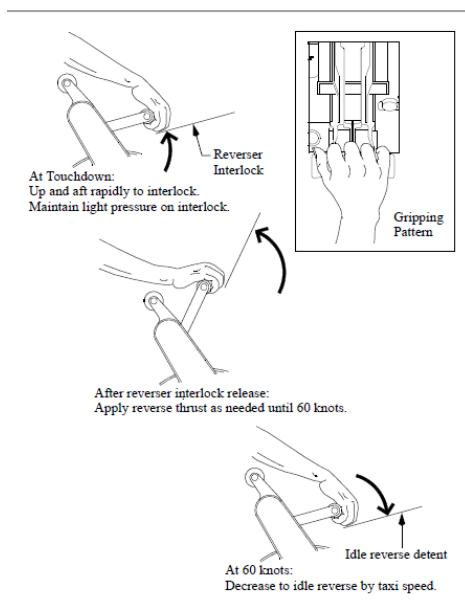


Figura 21 Reverse Thrust Operations (Boeing, 2015j)

Após a aeronave estar em contacto com o solo, o piloto deve aplicar, *reverse thrust*, onde o ar é expelido para a frente ajudando o avião a travar. Este efeito é mais eficaz a grandes velocidades, e só deve ser utilizado acima de 60kt de velocidade, uma vez que existe recirculação dos gases a altas temperaturas que são novamente admitidos pelo motor provocando a subida de temperatura do motor. É totalmente desaconselhável pelo fabricante a utilização do *reverse thrust* para recuar o avião, sendo esta prática proibida na maior parte dos aeroportos.

O MLW do 777-200 da EAA segundo o certificado de aeronavegabilidade do CS-TFM, é de 208652kg, peso o qual não pode ser ultrapassado no ato da aterragem. No caso da frota de 767 todas as aeronaves tem um MLW de 145149Kg a exceção do CS-TLZ. Esta aeronave foi convertida pela IAI - “ Israel Aerospace industries” para uma aeronave de

## Ocorrências

transporte exclusivamente de mercadorias, estando certificada para um MLW de 147871 kg.

O MLW refere-se ao limite de massa a aterragem. Contudo do ponto de vista da manutenção uma excedência de massa a aterragem que requeira manutenção ocorre apenas quando a aeronave exceda o MLW acrescido de 1133Kg.


	<b>PORTUGAL</b> Instituto Nacional de Aviação Civil	N.º do Certificado: Certificate No. <b>PT - 0016 /10</b> 2ª Via / 2nd Issue 
1. Marcas de nacionalidade e matrícula <i>Nationality and registration marks</i>  <b>CS-TLZ</b>	2. Fabricante e designação da aeronave <i>Manufacturer and manufacture's designation of aircraft</i>  <b>BOEING AIRCRAFT COMP. 767-375</b>	3. Número de série da aeronave <i>Aircraft serial number</i>  <b>24086</b>
4. Categorias <i>Categories</i>  <b>AVIÃO DE GRANDE PORTE LARGE AEROPLANE</b>		
5. O presente Certificado de Navegabilidade é emitido para a aeronave acima especificada, nos termos da Convenção sobre a Aviação Civil Internacional, de 7 de Dezembro de 1944, e da Alínea c) do n.º 2 do artigo 5.º do Regulamento (CE) n.º 216/2008, a qual é considerada aeronavegável quando mantida e operada de acordo com o acima indicado e com as limitações operacionais pertinentes. <i>This Certificate of Airworthiness is issued to the Convention on International Civil Aviation dated 7 December 1944 and Regulation (EC) No. 216/2008, Article 5(2)(c) in respect to the above mentioned aircraft which is considered to be airworthy when maintained and operated in accordance with the foregoing and the pertinent operating limitations.</i>  Limitações / Observações: <i>Limitations / Remarks:</i> TCDS: EASA J.M.A.035 & STC TCDS 10028430 (Special Freighter Conversion) MTOW: 186880kg / MLW: 147871kg 1ª Emissão em / 1st Issue at: 05-03-2010  Data de emissão: <i>Date of issue:</i> <b>17-11-2014</b>  Assinatura: <i>Signature:</i>  O Presidente do Conselho Directivo <i>The Chairman</i> Victor Rosa Chefe do Departamento de Aeronavegabilidade		
6. O presente Certificado de Navegabilidade permanece válido enquanto não for revogado pela autoridade competente do Estado-Membro de registo. O presente Certificado de Navegabilidade deverá ser acompanhado de um Certificado de Avaliação da Aeronavegabilidade actualizado. <i>This Certificate of Airworthiness is valid unless revoked by the competent authority of the Member State of registry. A current Airworthiness Review Certificate shall be attached to this Certificate.</i>  EASA Form 25.2 O presente certificado deverá encontrar-se a bordo em todos os voos <i>This certificate shall be carried on board during all flights</i>		

Figura 22 Certificado de Aeronavegabilidade do CS-TLZ (Autoridade Nacional de Aviação Civil - ANAC, n.d.)

### Limitações propulsivas

O sistema propulsivo das várias frotas é diversificado e possui limitações diferentes, que devem ser monitorizadas, para garantir que caso sejam ultrapassadas existe uma ação de manutenção dentro dos ciclos de voo estabelecidos pelos fabricantes. Existem vários limites operacionais tais como a temperatura dos gases de escape, parâmetros de pressão e temperatura de óleo, velocidade de rotação dos veios.

Caso ocorra a excedência destes parâmetros é necessário efetuar intervenções tais como:

“If oil temperature is more than 163°C for a period more than 20 minutes, or more than 177°C, do the oil over temperature inspection (AMM 72-00-00/601) ”

-PW4000 series Maintenance Manual chapter 71-00-00 page 227.

“If the oil pressure is above 60psi during cruise phase but no more than 70psi maintenance is required per FIM 79-05 task 802 not later than next 100 flight cycles. If the oil pressure is above 70 psid during cruise phase, maintenance is required FIN 79-05 task 802 not later than 25 flight cycles”

(Boeing, 2015d, Chapters CFM56 Maintenance Manual chapter 71-00-00 page 231)

A seguinte tabela indica as limitações de temperatura dos gases de escape em diferentes condições, aplicáveis a procedimentos em terra, descolagem e voo cruzeiro.

Tabela 4 EGT - “Exhaust Gas Temperature” Limitações

Engine	Ground Start	Max Temp. for 5 min period	Maximum countinuous
RR Trend 800 Series (B777 Fleet)	700 °C	900°C	850°C
CFM56 (B737 Fleet)	725 °C	950°C	925°C
PW4052 (B767 fleet)	625 °C	625°C	603°C
CF6-80C series (B767Fleet)	750 °C	960°C	835°C

Os veios dos motores tem velocidades independentes entre si, os veios são denominados por N1, N2 e N3, dependendo do número de veios do motor. O veio N1 no caso dos motores turbofan é o veio onde está acoplada a “Fan” do motor e o N2 é onde esta acoplado o compressor de baixa e alta pressão. Em alguns motores de Rolls Royce existe ainda o veio N3 onde se encontra o compressor de alta pressão, sendo N2 o veio do compressor de baixa pressão.

Tabela 5 Spool Speeds

Engine	N1	N2	N3
RR Trend 800 Series (B777 Fleet)	100.5%	100.5%	102.5%
CFM56 (B737 Fleet)	104%	105.5%	-
PW4052 (B767 fleet)	111.4%	105.5%	-
CF6-80C series (B767Fleet)	117.5%	112.5%	-

Tabela 6 Limites de vibração

Engine	N1	N2	BB	N3	LPT
RR Trend 800 Series (B777 Fleet)	2.6 units	3 units	3 unis	2.6 units	-
CFM56 (B737 Fleet)	4 units	4 units	4 units	-	-
PW4052 (B767 fleet)	4 units	4 units	4 units	-	4 units
CF6-80C series (B767Fleet)	4 units	2.5 units	3 units	-	-

“...-If the engine vibration is 4.0 units or more on the LP rotor or 3.0 units or more on the HP rotor, use the Fault Isolation Manual to find the cause of the high vibration and do the corrective Action” - CFM56 Maintenance Manual 71-00-00 page 232

Na excedência de algum destes parâmetros, os valores ficaram assinalados a cor âmbar no ecrã do EICAS - “Engine Indication Crew Alerting System”, assim como outros eventos relacionados com a pressurização da aeronave também recebem alerta no EICAS.

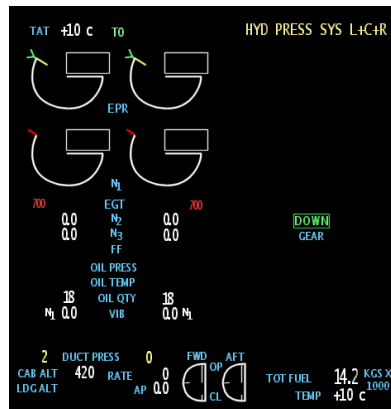


Figura 23 Exemplo de informação recebida no EICAS(Boeing, 2015g)

No final do voo, os pilotos devem comunicar através da caderneta técnica da aeronave, qualquer evento que tenha ocorrido durante o voo, para que a manutenção possa proceder de imediato a uma eventual ação necessária. Em caso de dúvida devem sempre comunicar para prevenir que a aeronave continue a operar carecendo de uma ação de manutenção.

## “Events Requiring Maintenance Inspection

During ground or flight operations, events may occur which require a maintenance inspection after the flight. Use the following guidance to determine what events require a maintenance inspection:

- hard landing (identify if the hard landing is suspected on the main gear, the nose gear, or both)
- severe turbulence
- overspeed - flap/slat, MMO/VMO, landing gear, landing gear tires
- high-energy stop (refer to the AMM for guidance)
- lightning strike
- extreme dust
- tail strike
- overweight landing
- any event that the pilot feels a maintenance inspection could be needed. An example of such an event is an overly aggressive pitch up during a TCAS event or a Terrain Avoidance maneuver that could cause structural damage.
- operator specific procedures or policies may include additional events which require a maintenance inspection.

**Note:** If in doubt, the best course of action is to report it.”

(Boeing, 2015j)

Para além do reporte técnico na caderneta, os pilotos devem proceder a realização do reporte de ocorrência para o departamento de segurança operacional que no caso na EAA pode ser efetuado através do IQSMS, com a descrição completa da ocorrência e sugestão de medidas corretivas.

## 5.2 Revisão dos Limites de parâmetros de FDM

Existem três categorias de eventos associados a excedências de parâmetros durante as operações das aeronaves, sendo o terceiro o mais crítico e o primeiro o menos crítico. Existem vários métodos para definir os vários níveis de eventos de FDM.

Por exemplo: O “Flight Crew Operating Manual”- FCOM indica que abaixo de 5000ft a velocidade máxima é de 250kt.

### Método 1: “Analisar as tendências até ao limite”:

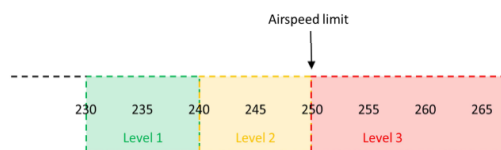


Figura 24 Exemplificação do Método 1 (Flight Data Services, 2015)

Este método é ideal para detetar tendências de forma prática, uma vez que são detetados eventos nível 1 e nível 2 que se encontram no limiar do limite máximo, sendo a excedência deste um evento nível 3.

### Método 2: “ Determinar a extensão da excedência”



Figura 25 Exemplificação do Método 2 (Flight Data Services, 2015)

Este método demonstra a extensão da excedência, contudo não permite analisar tendências. Caso os SOPs da companhia indiquem uma velocidade abaixo de 250Kt, este método não permite monitorizar os SOPs.

### Método 3: “modelo de limites otimizado”

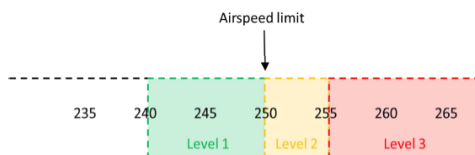


Figura 26 exemplificação do Método 3 (Flight Data Services, 2015)

Este método permite analisar as tendências, até à excedência dos limites, sendo o limite um evento nível 2. O evento nível 3 é definido como sendo ligeiramente acima do limite, criando uma zona de tolerância de excedência.

Todos os limites foram redefinidos utilizando o método que melhor se aplique a cada situação, tendo sido o método um o mais frequente. O método um foi utilizado sempre que os manuais citam um limite operacional, caso o manual não especifique um limite mas sim uma recomendação do procedimento correto, foi utilizado o método dois.

## Ocorrências

---

As referências foram documentadas de acordo com as limitações encontradas nos manuais de manutenção e manuais operacionais das várias frotas, apresentadas no anexo A.

Esta política permite tratar todos os eventos nível 3 como uma excedência dos limites operacionais sendo motivo para se realizar um relatório de perigo. O sistema possui, para cada frota, cerca de 180 parâmetros, relacionados com *safety* e cerca de 30 parâmetros relacionados com manutenção. Os parâmetros são de várias categorias associadas a fases de voo diferentes. Estes parâmetros estão em conformidade e vão mais além dos requeridos no Apêndice 1 do AMC1 ORO.AOC.130 do R(EU) 965/2012.

### Solo:

- Acelerações
- Motores
- Velocidade

### Descolagem e subida inicial:

- Altitude
- Configuração
- Motores
- Geral
- Rumo
- Trem de Aterragem
- Ângulo de Ataque
- Ângulo de rolamento
- Velocidade
- Velocidade Vertical
- Acelerações

### Voo Cruzeiro:

- Acelerações
- Altitude
- Configuração
- Motores
- Controlos de voo
- Velocidade
- Avisos

### Aproximação e aterragem:

- Acelerações
- Altitude
- Configuração
- Motores
- Controlos de Voo
- Rumo
- ILS
- Trem de Aterragem
- Ângulo de Ataque
- Ângulo de Rolamento
- Velocidade Vertical
- Avisos
- Peso

Espera-se que a nova redefinição dos limites de eventos venham a trazer certas vantagens como:

- Melhor análise das tendências, uma vez que os limites dos eventos nível 1 e 2 estavam definidos como valores normais de operação, que resulta em ruído estatístico.
- Uma melhor adaptação do FDM no SMS, tendo em conta que um evento nível 3 corresponde a uma excedência de algum parâmetro operacional da aeronave ou violação de normas. Origina-se com isto um reporte de ocorrência e respectiva avaliação de risco. Este processo é confidencial e não punitivo. Contudo caso seja averiguado que a situação se deve a negligência ou causa intencional, poder-se-á considerar a instauração de um processo disciplinar e queixa-crime, fora do âmbito de *Safety*.

## Ocorrências

- A nível de manutenção não programada terá também vantagens no sentido em que indicara precisamente quando ocorreu uma excedência que necessita de uma ação de manutenção não programada, eliminando ruído estatístico e de dados a validar.

Pretende-se que os novos limites de parâmetro nível 3 correspondam a um limite operacional com exceção de alguns casos, por exemplo para o evento de velocidade de operação no solo temos:

Tabela 7 Limites de parâmetros de velocidade no solo

Nome do Evento	Nível 1	Nível 2	Nível 3
GSG000 High speed during taxing in a turn		≥ 10kt	≥ 15kts
GSG001 Groundspeed high during taxiing in a straight line	-	≥ 30kts	≥ 35kts

Como apresentado anteriormente os limites de velocidade na rolagem são 10kts em volta e 30kt em linha reta. Deste modo é considerado que uma excedência destas velocidades representa um evento nível 2. Neste caso particular não foi definido nenhum valor para nível 1. Estes limites de parâmetros são comuns as três frotas e particularmente foram definidos segundo o método 3.

Para este caso, a velocidade média de operação são 10kt, sendo marginalmente ultrapassada em grande parte dos casos da EAA e de outros operadores de outros operadores com o mesmo modelo de aeronaves, conforme indicado pela distribuição normal das várias frotas. Tendo estes valores em conta é mais vantajoso medir a extensão.

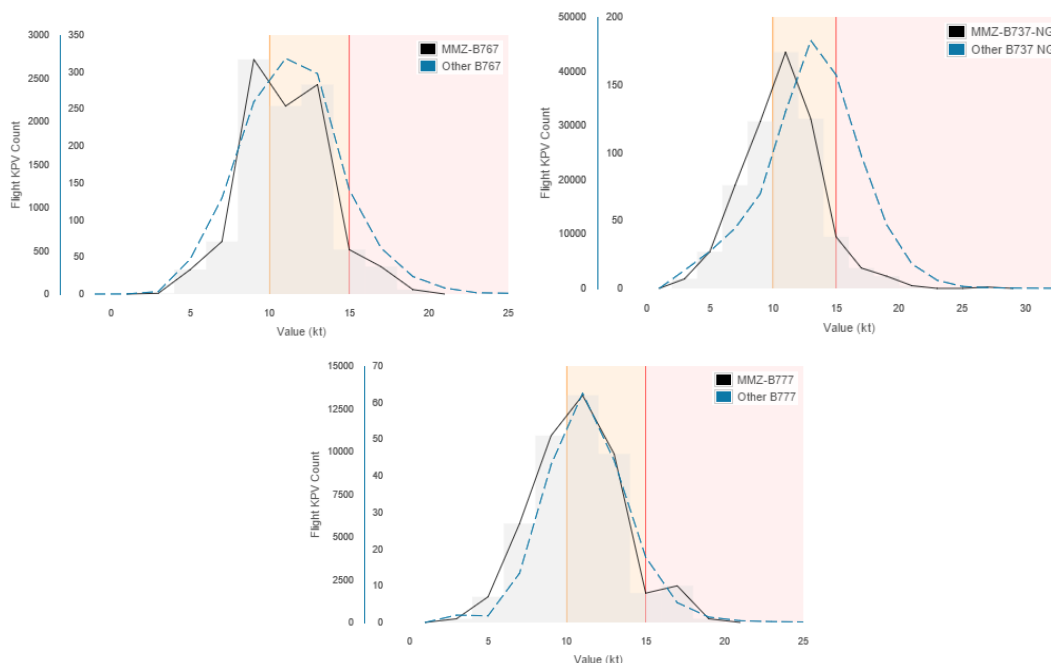


Gráfico 3 distribuição normal da velocidade de rolagem das varias frotas

Noutro evento, como o de recolha de flaps à descolagem, está estabelecido nos manuais operacionais, e de forma comum a todas as frotas, que a altura mínima para iniciar a recolha é os 400pés. Caso a retração dos flaps ocorra a uma altitude inferior a esta, será considerado um evento nível 3.

## Ocorrências

O ângulo de ataque em que ocorre *tail strike* é diferente em cada frota, existindo limites de parâmetros diferentes para cada uma delas. O limite onde ocorre tail strike é classificado como evento nível 3. Os eventos nível 1 e 2 são valores próximos do limiar e estão distantes do valor normal de operação.

Tabela 8 Limites de parâmetros de configuração e atitude

Nome do Evento	Nível 1	Nível 2	Nível 3
TCF000 Flaps retraction early after liftoff	-	≤ 800ft	≤ 400 ft
TXX001 Autopilot engaged early during takeoff	-	-	≤ 400ft
TPA000 Pitch high at liftoff (737-800)	≥ 9°	≥ 10°	≥ 11°
TPA 000 Pitch high at liftoff (777-200)	≥ 9.6°	≥ 11 °	≥ 12.1 °
TPA 000 Pitch high at liftoff (767-300)	≥ 8.5 °	≥ 9 °	≥9.6 °

Evento como retração de flaps a decolagem é comum a todas as frotas estabelecido nos manuais operacionais que o limite mínimo é os 400pés contudo, caso a retração dos flaps ocorra a uma altitude inferior a esta será considerado um evento nível 3. A atitude limite a qual ocorre tail strike é diferente em cada frota, existindo limites de parâmetros diferentes para cada frota. O limite onde ocorre tail strike é classificado como evento nível 3, o evento nível 1 e 2 são valores muito próximos do limiar e que estão distantes do valor normal de operação.

Tabela 9 Limite de parâmetros de aceleração vertical e massa a aterragem para a aeronave B777

Nome do Evento	Nível 1	Nível 2	Nível 3
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hard landing)	≥1.5G	≥1.8 G	≥ 2.1 G
LMX000 Landing weight high at touchdown (Kg)	≥194000kg	≥194500kg	≥208652 KG

Para alguns parâmetros, tal como o de *Engine Reverse Thrust*, não é possível definir limiares segundo o modelo um. Para este caso específico o manual operacional não contempla nenhuma velocidade a partir da qual não pode estar a operar o *Reverse*. Está previsto que se pode operar o *Engine Reverse Thrust* na sua potência máxima até aos 60kts, mas como a transição de potência máxima para mínima e desactivação do *Reverse* não é instantâneo, é definida uma margem de 5kt para que este seja retirado.

Tabela 10 Limite do parâmetro de velocidade para o "Engine Thrust reverser"

Nome do Evento	Nível 1	Nível 2	Nível 3
LER010 Engine reverse thrust high at low groundspeed	≤55 kts	≤50kts	≤45kt

Existem parâmetros de monitorização de voo para monitorizar excedências operacionais e para detectar quando uma ação de manutenção é necessária, estes parâmetros tem nomenclaturas iguais, contudo os valores podem ser distintos como por exemplo os parâmetros de excedência de VMO ou MMO.



# Ocorrências

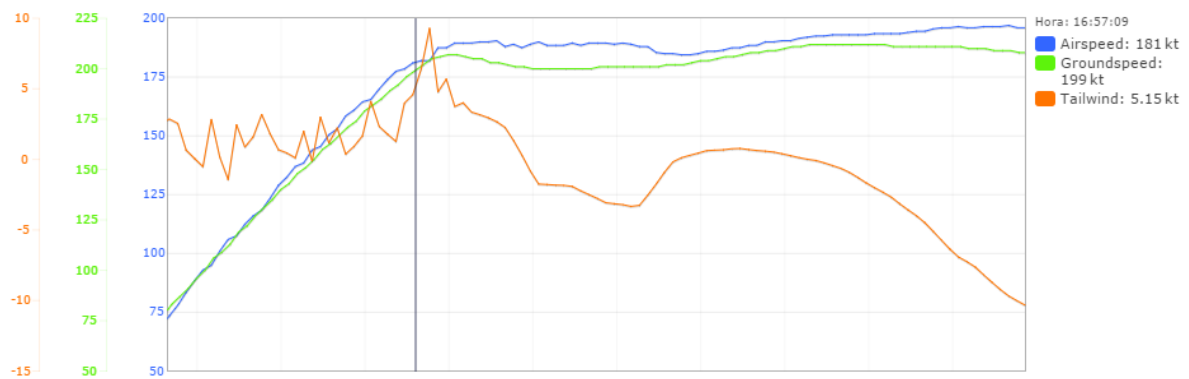


Gráfico 6 Parâmetros do voo analisados

Este gráfico compara os seguintes parâmetros de voo durante a decolagem:

- Velocidade de ar indicada (Indicated Airspeed)
- Velocidade relativamente ao solo
- Velocidade do vento de cauda
- Massa da aeronave
- Configuração de Flap
- Rotação do veio de baixa pressão (N1)

No momento da decolagem existe uma componente de vento de cauda com uma magnitude de 5.57kt, a qual se encontra dentro do limite operacional, que para esta aeronave é de 15kt.

Durante a investigação deste evento, a tripulação foi questionada quanto ao motivo do evento, a qual respondeu que a rotação foi realizada segundo a VR (Velocidade de rotação) previamente calculada, com um valor de 176kt.

O aeroporto de partida deste voo foi o aeroporto OEMA, na Arábia Saudita, cuja temperatura nesse dia era de 34°C a uma elevação de 659 metros. A massa a decolagem era de 148597kg que está 7565kg abaixo da massa máxima a decolagem (156162kg) para as condições do momento: temperatura, elevação e vento da pista. Estes factores contribuem directamente para uma VR elevada.

Tabela 11 Tabela de MTOW para a frota B767 do aeroporto OEMA

OAT EPR	Rev thrust INOP Max structural mass must be observed. - Dry runway(All masses in kg)						
	T 10	T 5	0 (Calm)	H 5	H 10	H 15	H 20
<b>+50°C</b> 1.42	131142(---) Oa [5] 140 140 146	133484(---) Oa [5] 141 141 147	135883(---) Oa [5] 143 143 148	136523(---) Oa [5] 143 143 149	137151(---) Oa [5] 144 144 149	137731(---) Ob [5] 144 144 149	138317(---) Ob [5] 144 144 150
<b>+48°C</b> 1.44	134838(153) Oa [5] 142 142 148	137264(156) Oa [5] 143 143 149	139690(156) Oa [5] 145 145 150	140298(156) Ob [5] 145 145 151	140926(156) Ob [5] 145 145 151	141535(156) Ob [5] 146 146 151	142147(156) Ob [5] 146 146 152
<b>+46°C</b> 1.46	138080(148) Oa [5] 143 143 150	140536(150) Oa [5] 145 145 151	143069(153) Oa [5] 146 146 152	143722(153) Oa [5] 147 147 152	144361(155) Oa [5] 147 147 153	144929(154) Ob [5] 148 148 153	145558(156) Ob [5] 148 148 153
<b>+44°C</b> 1.47	140973(146) Oa [5] 145 145 151	143442(147) Oa [5] 146 146 152	145982(149) Oa [5] 148 148 154	146664(150) Oa [5] 148 148 154	147328(150) Oa [5] 149 149 154	147972(151) Oa [5] 149 149 155	148558(151) Ob [5] 149 149 155
<b>+42°C</b> 1.49	143793(143) Oa [5] 146 146 153	146254(144) Oa [5] 148 148 154	148883(147) Oa [5] 149 149 155	149567(148) Oa [5] 150 150 156	150243(149) Oa [5] 150 150 156	150917(150) Oa [5] 150 150 156	151584(151) Oa [5] 151 151 157
<b>+40°C</b> 1.51	146564(147) Oa [5] 148 148 154	149131(149) Oa [5] 149 149 155	151798(153) Oa [5] 151 151 157	152488(152) Oa [5] 151 151 157	153192(154) Oa [5] 151 151 157	153860(154) Oa [5] 152 152 158	154513(155) Oa [5] 152 152 158
<b>+38°C</b> 1.52	149146(153) Oa [5] 149 149 155	151785(156) Oa [5] 150 150 157	154490(159) Oa [5] 152 152 158	155214(161) Oa [5] 152 152 158	155852(160) Oa [5] 153 153 159	156649(163) Oa [5] 153 153 159	157345(164) Oa [5] 154 154 160
<b>+36°C</b> 1.54	151348(149) Oa [5] 150 150 157	153991(151) Oa [5] 151 151 158	156746(154) Oa [5] 153 153 159	157517(155) Oa [5] 153 153 160	158238(158) Oa [5] 154 154 160	158932(157) Oa [5] 154 154 160	159520(155) Oa [5] 155 155 161
<b>+34°C</b> 1.55	153450(148) Oa [5] 151 151 158	156162(150) Oa [5] 152 152 159	158917(152) Oa [5] 154 154 160	159706(153) Oa [5] 154 154 161	160420(154) Oa [5] 155 155 161	161141(156) Oa [5] 155 155 162	161838(155) Oa [5] 156 156 162
<b>+32°C</b> 1.57	155429(155) Oa [5] 152 152 159	158209(158) Oa [5] 153 153 160	161042(163) Oa [5] 155 155 162	161748(161) Oa [5] 155 155 162	162451(160) Oa [5] 156 156 162	163218(162) Oa [5] 156 156 163	163891(161) Oa [5] 157 157 163
<b>+30°C</b> 1.58	157553(168) Oa [5] 153 153 160	160217(167) Oa [5] 154 154 161	163089(171) Oa [5] 156 156 163	163834(170) Oa [5] 156 156 163	164489(168) Oa [5] 157 157 163	165253(169) Oa [5] 157 157 164	166000(171) Oa [5] 158 158 164
<b>+28°C</b> 1.58	158688(154) Oa [5] 153 153 160	161348(153) Oa [5] 155 155 162	164224(156) Oa [5] 156 156 163	164885(153) Oa [5] 157 157 163	165678(154) Oa [5] 157 157 164	166473(156) Oa [5] 158 158 164	167197(157) Oa [5] 158 158 165

Segundo o manual de voo do B767-300, a velocidade máxima de operação no solo é de 225 mph, correspondente a 195kt, sendo portanto excedida por 4kt.

## Ocorrências

Conclui-se que devido à massa da aeronave e às condições ambientais, a velocidade para descolagem foi elevada, e o facto da componente de vento de cauda não ter sido tomada em consideração face a estas condicionantes resultou numa excedência da velocidade operacional dos pneus.

### Análise de Risco:

O perigo, conforme definido pela ICAO, é uma condição, evento ou circunstância que possa induzir a um incidente ou um acidente. Neste caso de estudo o perigo trata-se da própria excedência da velocidade operacional dos pneus.

O risco no entanto é a potencialidade de consequências adversas resultantes do perigo. Que neste caso são:

- Desgaste de Pneus
- Rebentamento dos Pneus

### Quanto à probabilidade do risco:

O desgaste prematuro dos pneus é ocasional, uma vez que a operação acima do limite poderá reduzir a sua vida útil.

O Rebentamento dos pneus, é improvável (International Civil Aviation Organization, 2013b)

### Quanto à severidade do risco:

O desgaste prematuro dos pneus, poderá implicar uma substituição precoce dos mesmos.

O Rebentamento dos pneus a nível de severidade poderá ser perigoso, uma vez que a aeronave poderá descolar mas não conseguira aterrar em condições normais.

A classificação dos perigos segundo a ICAO, quanto a frequência e severidade, será:

Tabela 12 Análise de risco

Riscos	Probabilidade do risco	Severidade do risco	Classificação
Rebentamento dos Pneus	Improvável	Perigoso	Tolerável
Desgaste dos Pneus	Frequente	Menor	Tolerável

Ambos os riscos são classificáveis como toleráveis com base na frequência e severidade. Contudo é necessário atenuar as consequências e probabilidade do risco.

Um dos métodos de gestão de risco é o método denominado de “Bow-tie”, onde o perigo se encontra no centro do diagrama, estando os factores que accionam o potencial do perigo do lado esquerdo e as consequências do perigo do lado direito, entre os quais poderemos introduzir barreiras para diminuir a probabilidade de ocorrência do perigo e atenuar ou mesmo eliminar as consequências.

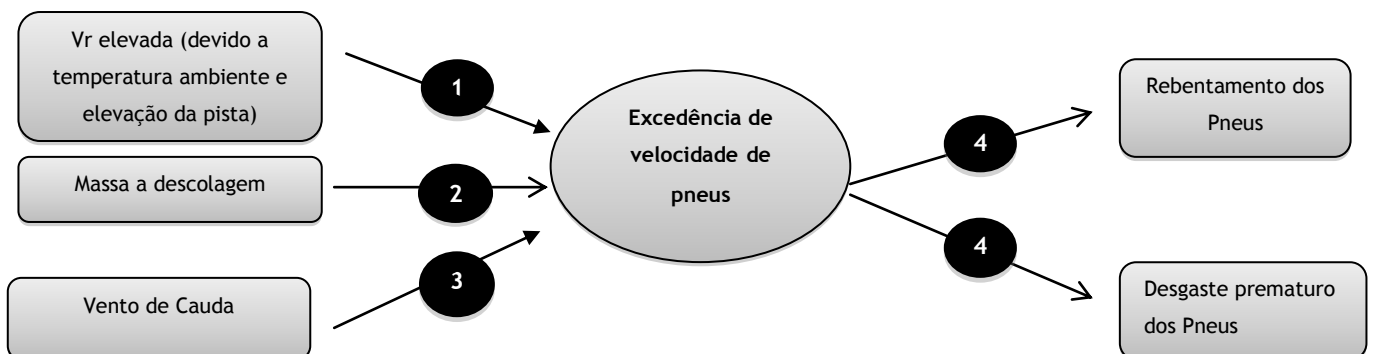


Figura 27 Bow-tie da excedência do limite de velocidade de pneus

# Ocorrências

Defesas:

- 1 Planeamento do horário de descolagem
- 1 Operar com uma massa menor a descolagem
- 2 Descolar a partir de uma pista sem vento de cauda
- 3 Inspeção de manutenção aos pneus

Com a implementação das defesas apresentadas a probabilidade de ocorrência do perigo e as consequências dos mesmos são atenuadas.

Desta forma a classificação dos riscos passam a aceitáveis.

Tabela 13 Análise de risco após ação corretiva

Riscos	Probabilidade do risco	Severidade do risco	Classificação
Rebentamento dos Pneus	Extramente Improvável	Perigoso	Aceitável
Desgaste dos Pneus	Remoto	Negligenciável	Aceitável

### 5.3.3 Excedência de velocidade de Flap

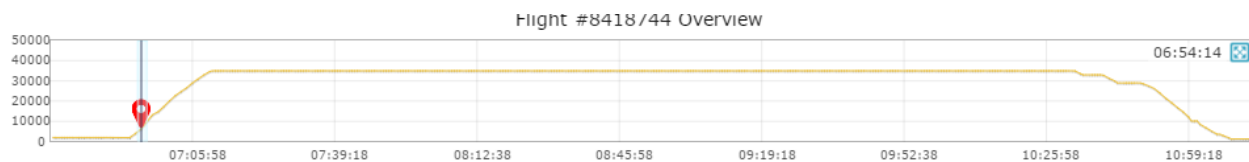


Gráfico 7 Altitude em função do tempo

Durante a subida inicial do voo, na mudança de configuração de Flaps 5 para Flaps 1, foi detectada uma velocidade superior à velocidade máxima permitida para Flaps 5.

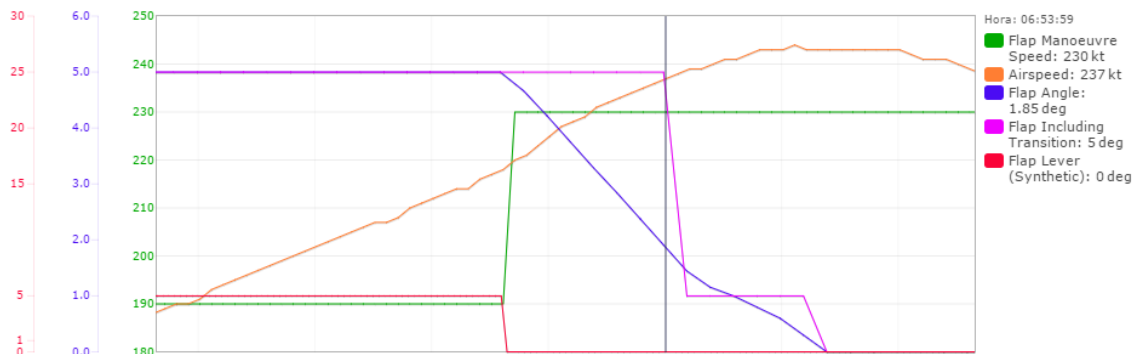


Gráfico 8 Parâmetros de voo analisados

Conforme este gráfico indica, foi atingida uma velocidade de 237 kt durante a transição de flaps, próximo da configuração de Flaps 1. A “Flap placard speed” limita as velocidades em cada configuração de flaps, sendo estas:

Tabela 14 Placard Speed

Flap angle	Placard Speed
1	250kts
5	230kts
15	210kts
20	210kts
25	180kts
30	170kts

“During flap retraction, selection of the next flap position is initiated when reaching the maneuver speed for the existing flap position. Therefore, when the new flap position is selected, the airspeed is below the maneuver speed for that flap position. For this reason, the airspeed should be increasing when selecting the next flap position.

With airspeed increasing, flap retractions should be initiated:

- for airplanes with Mach/Airspeed indicators; when airspeed reaches the fixed maneuver speed for the existing flap position.
- for airplanes with speed tape; when airspeed reaches the maneuver speed for the existing flap position. The maneuver speed for the existing flap position is indicated by the “F” symbol on the speed tape. ”

- FCTM , Flap retraction Schedule

Conforme o gráfico apresentado, o início da recolha de flaps deu-se acima da velocidade de manobrabilidade, ao contrário do recomendado pelo FCTM. Podemos então afirmar que este evento se tratou de um erro operacional.

Uma vez que durante a descolagem a tripulação desempenha uma quantidade elevada de trabalho, é suscetível que ocorra um atraso na retração dos flaps.

Do ponto de vista da manutenção, segundo o manual de manutenção AMM - Aircraft Maintenance Manual do B767-300 ATA 05-51-08, uma excedência de velocidade de flaps ocorre sempre que for ultrapassada a velocidade limite para cada configuração.

Quando uma condição de excedência de velocidade se verificar, o procedimento a realizar é o seguinte:

- a) Se a excedência for igual ou inferior a 5kts, realiza-se uma inspeção fase I, dentro de 100 horas de voo ou 25 ciclos.
- B) Se a excedência for superior a 5kts mas inferior a 15kts, realiza-se uma inspeção fase I dentro de 100 horas ou 25 ciclos.
  - 1) Se for encontrado algum dano durante a inspeção fase I, proceder à inspeção fase II antes do seguinte voo.
- C) Se a excedência foi superior a 15kts, é necessário realizar uma inspeção fase I e fase II antes do seguinte voo.

Nota: Se os flaps não estiverem distendidos quando a condição de excedência ocorreu, ou se os flaps não estavam distendidos acima de 20000ft a velocidades abaixo dos limites, inspeções fase I e fase II não são necessárias.

Para confirmar que durante a transição entre configurações não foi excedida a velocidade limite, realizou-se uma interpolação linear entre a velocidade limite para a configuração 5 (230kt) e a velocidade limite para a configuração flaps 1 (250kt), para o ângulo de flap 1,85°. A velocidade limite para um ângulo de flap de 1,85° é de 248,68kt. Uma vez que a velocidade atingida foi de 237kt, não é necessário realizar uma inspeção.

## Ocorrências

Conclui-se que ocorreu um erro operacional relativamente aos procedimentos de retração de flaps, possivelmente devido ao elevado volume de trabalho desempenhado pela tripulação contudo uma ação de manutenção, não é necessária neste caso.

### Análise de risco:

O perigo neste caso é a excedência de velocidade de flaps, sendo como potenciais riscos danos estruturais, que poderão levar a que a aeronave fique inoperativa.

Tabela 15 Análise de Risco

Risco	Probabilidade	Severidade	Classificação
Danos Estruturais	Ocasional	Menor	Tolerável

O risco é classificável como tolerável contudo é necessário atenuar a sua severidade.

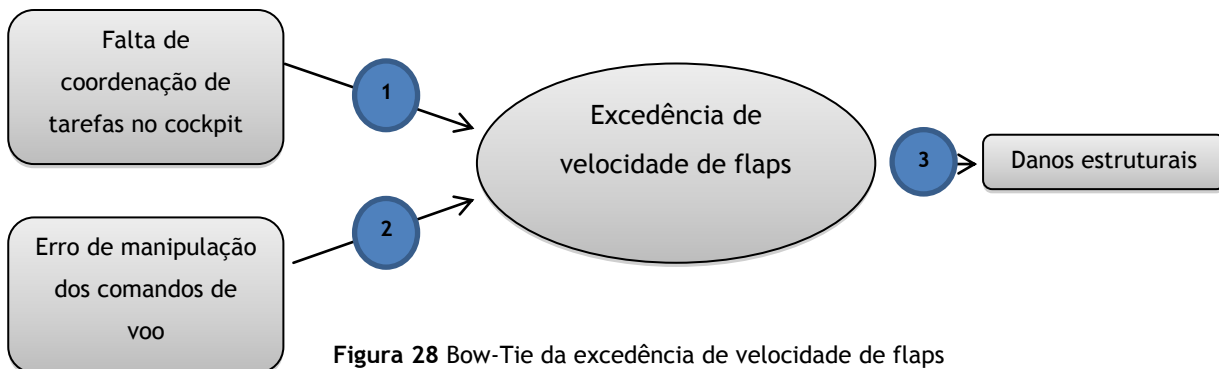


Figura 28 Bow-Tie da excedência de velocidade de flaps

### Defesas:

- 1) Formação de CRM
- 2) Treino de simulador focado neste evento
- 3) Ação de manutenção dentro do prazo estabelecido pela Boeing

Com a atribuição de recomendações ao departamento de Treino relativas a este evento, procura-se que os treinos de simulador foquem situações similares no intuito de treinar as tripulações na recolha atempada dos flaps, dentro dos limites de velocidade de manobrabilidade.

Tendo em conta que durante uma descolagem existe um maior número de tarefas a efectuar pela tripulação de voo, dentro das quais a desconfiguração da aeronave, a exigência aos pilotos no cumprimento dos SOPs é mais elevada e carece especial atenção. Neste sentido, a coordenação das tarefas entre os pilotos ajuda no cumprimento das acções necessárias à correcta operação da aeronave. Para isto, o *Crew Resource Management* - CRM, que se foca na comunicação interpessoal, liderança e tomadas de decisão no cockpit, vai auxiliar o treino de procedimentos a utilizar em ambientes onde o erro humano pode ter consequências catastróficas.

Deste modo é possível diminuir significativamente a probabilidade de ocorrência deste perigo.

## 6. Análise de tendências

De acordo com o AMC1.ORO.AOC.130, a análise e monitorização de dados de voo deve incluir a análise de tendências. Com base na frequência e severidade das tendências, o operador deve avaliar aquelas cujo nível de risco é inaceitável e providenciar uma acção correctiva. Recomendações para corrigir ou evitar eventos devem ser transmitidas ao PNT por ações de formação e comunicações em diferentes suportes, sempre de um modo construtivo e não punitivo.

Foram estudadas as tendências entre Abril e Setembro do presente ano. O estudo dividiu-se em dois trimestres para comparação de resultados, uma vez que durante estes períodos a EAA realizou operações distintas.

### 6.1 Recolha de dados

Em primeiro lugar foi analisada a percentagem de captura de dados de voo, que apesar de em alguns meses a percentagem de captura de dados ter sido baixa, no geral obteve-se uma captura de dados de 85% que esta em conformidade com a CIA nº14/2010.

Para realizar esta análise foram contabilizados os voos registados no software AIMS e comparados com os voos analisados na plataforma Polaris, sendo a percentagem de captura a razão entre voos realizados e voos analisados.

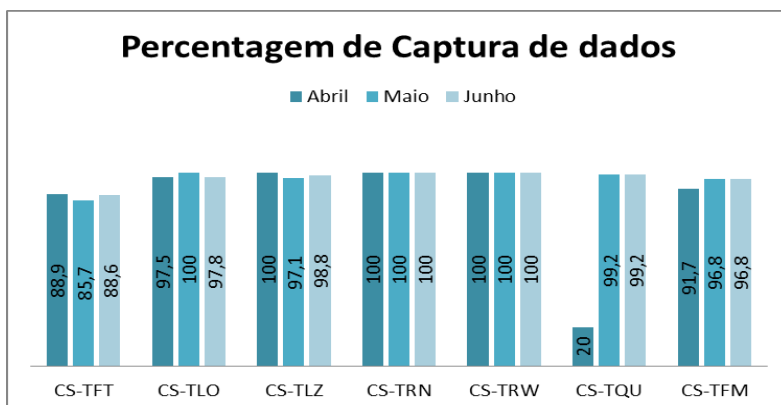


Gráfico 9 Percentagem de captura de dados por aeronave - 2º Trimestre

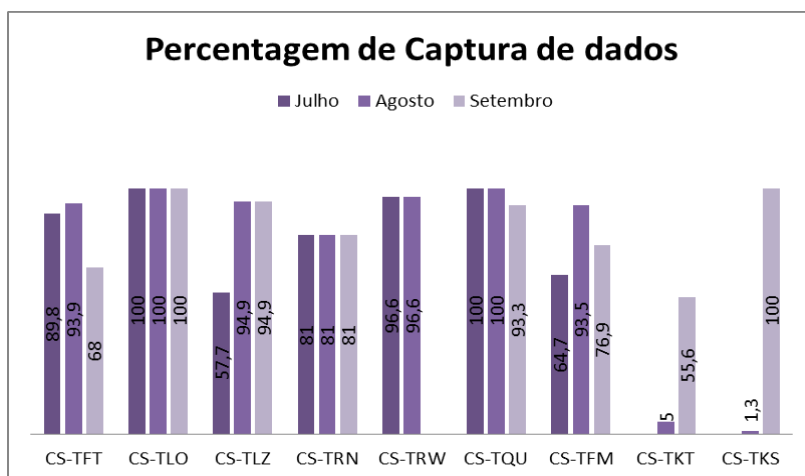


Gráfico 10 Percentagem de captura de dados por aeronave - 3º Trimestre

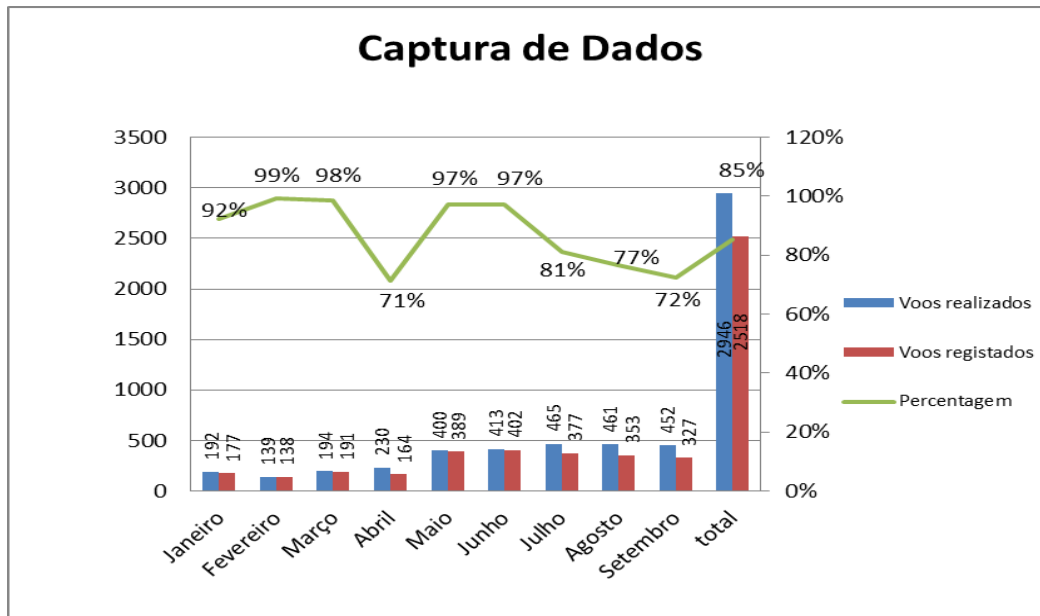


Gráfico 11 Captura de dados em Geral

## 6.2 Tendências gerais

Tabela 16 Eventos em geral

Mês	Eventos Nível 3	Eventos Nível 2	Eventos Nível 1	Horas de voo	Ciclos de voo
Abril	177	445	808	979	230
Maio	217	952	1765	1457	400
Junho	227	915	1698	1204	413
Julho	223	769	1637	1280	465
Agosto	225	729	1365	1599	461
Setembro	319	920	1285	1688	452

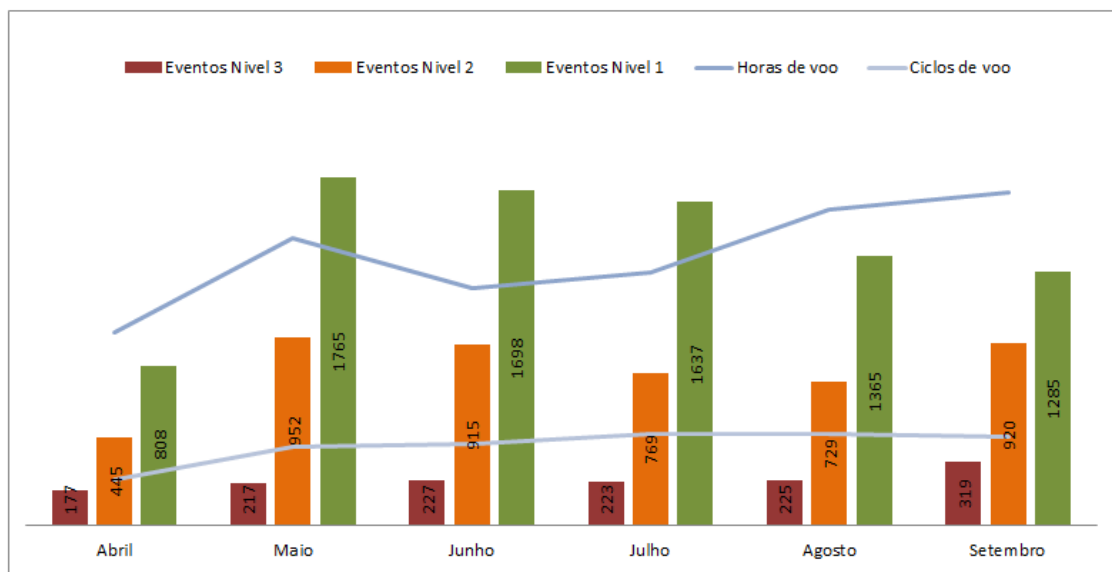


Gráfico 12 Tendências gerais

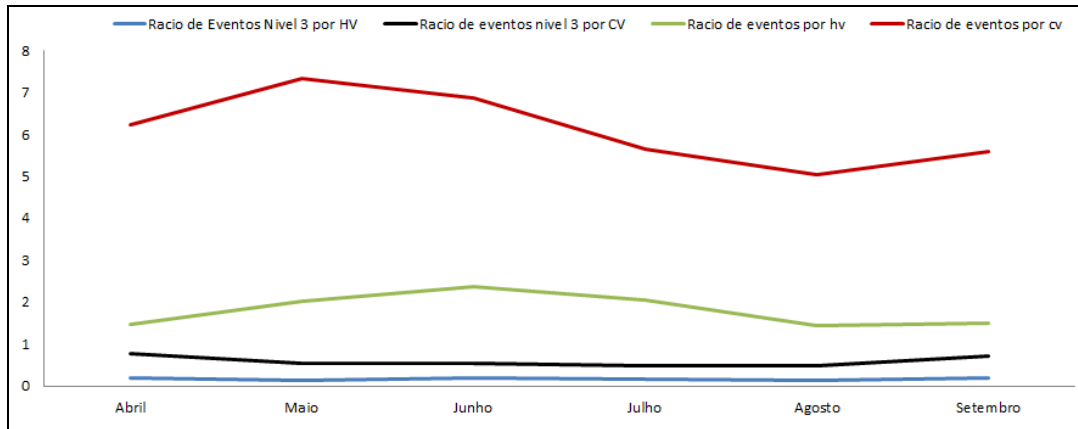


Gráfico 13 Eventos por hora e ciclo de voo

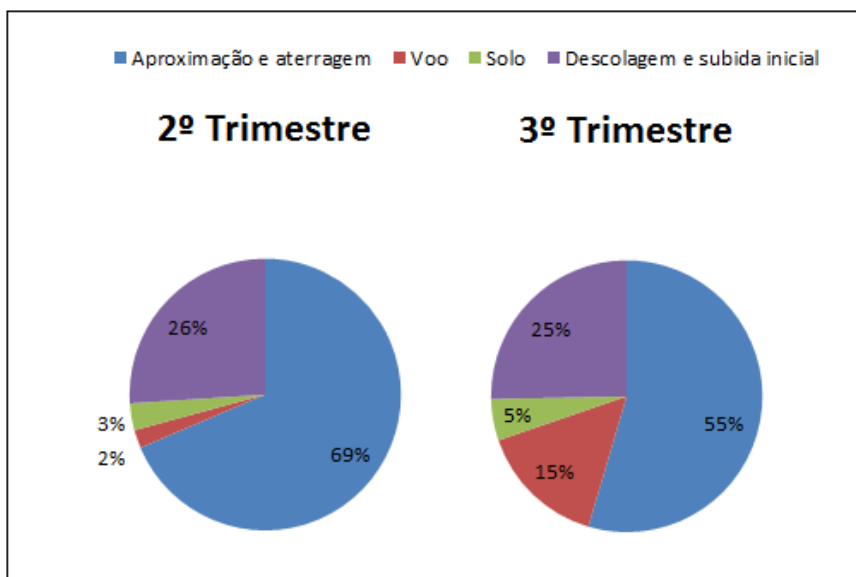


Gráfico 14 Eventos por fase de voo

A maioria dos eventos, em ambos os trimestres, ocorrem na fase de descolagem e aterragem. O aumento do numero de horas por ciclo de voo influenciou o numero de eventos durante a fase de voo, o que originou um crescimento de 13% de eventos na fase de voo.

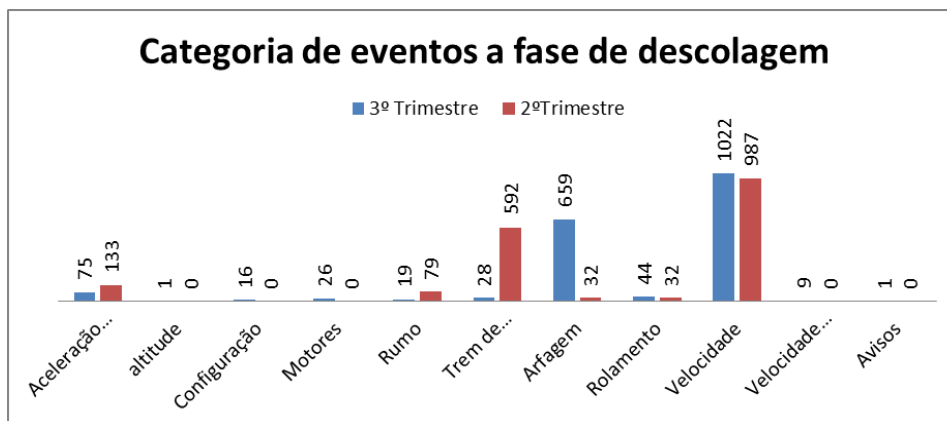


Gráfico 15 Categoria de Eventos a descolagem

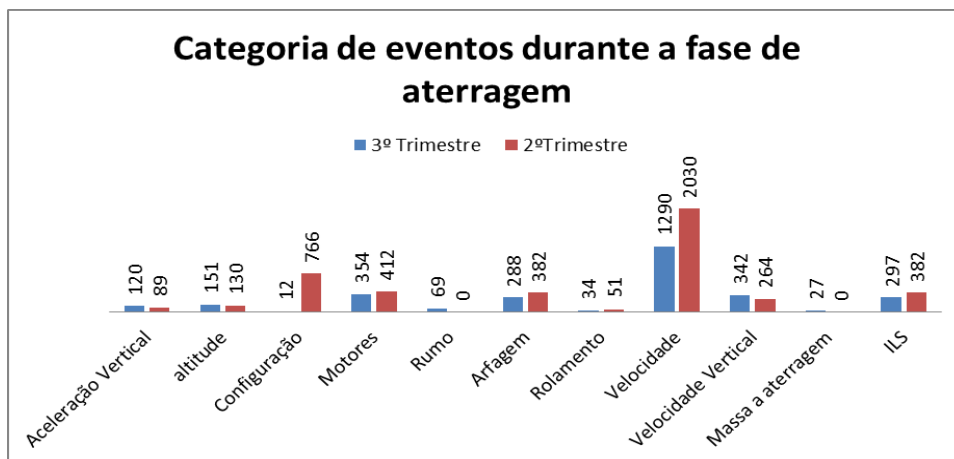


Gráfico 16 Categoria de eventos durante a aterragem

Em ambos os trimestres a categoria de evento mais recorrente é relacionada com velocidades relativas. Nas restantes categorias houve uma variação marginal que podera estar relacionado com o tipo de operação desempenhada.

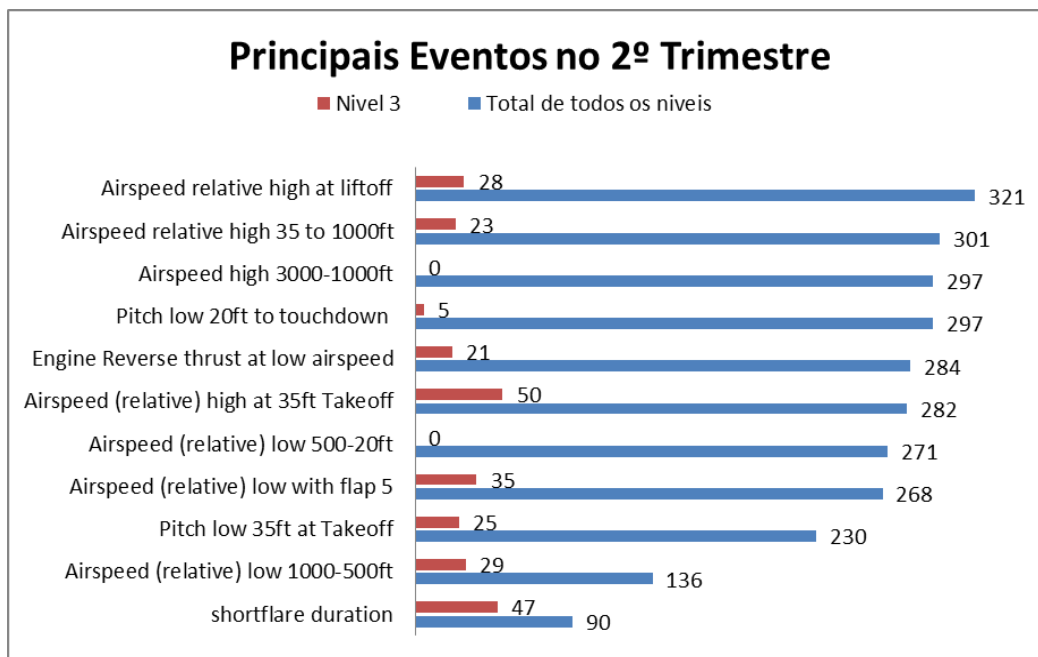


Gráfico 17 Principais eventos no 2º Trimestre

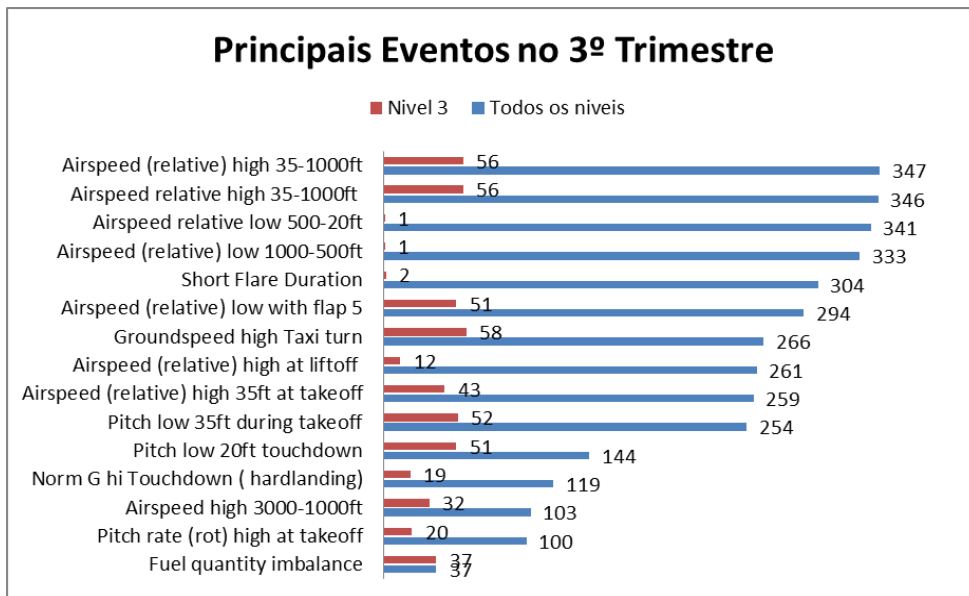


Gráfico 18 Principais eventos no 3º Trimestre

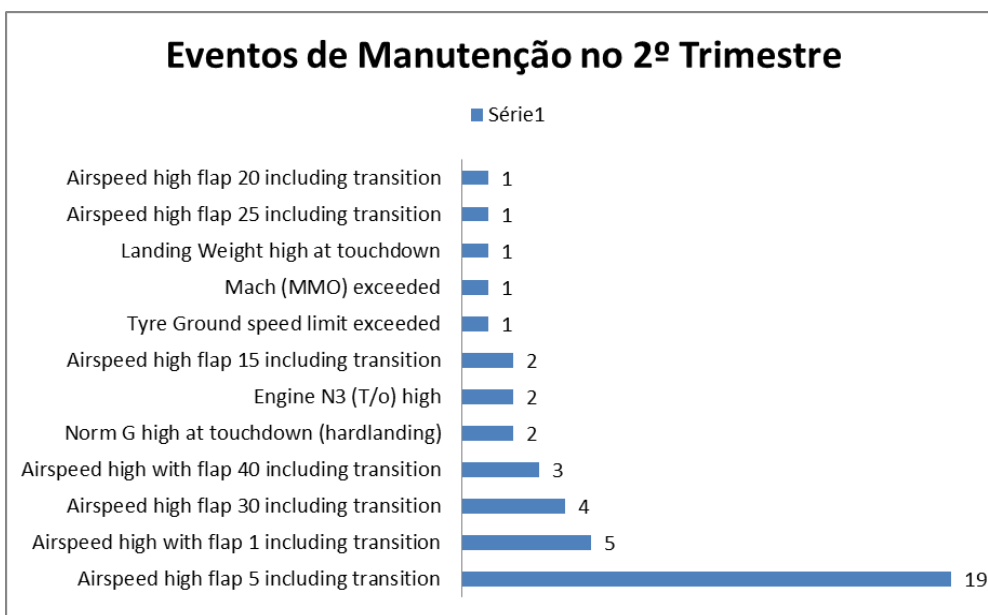


Gráfico 19 Eventos de manutenção no 2º Trimestre

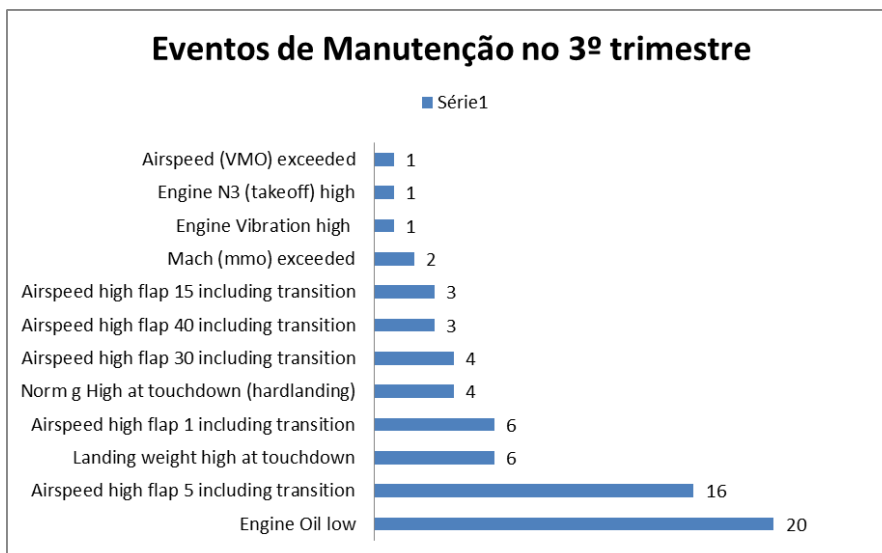


Gráfico 20 Eventos de manutenção no 3º Trimestre

### 6.3 Tendências por frota

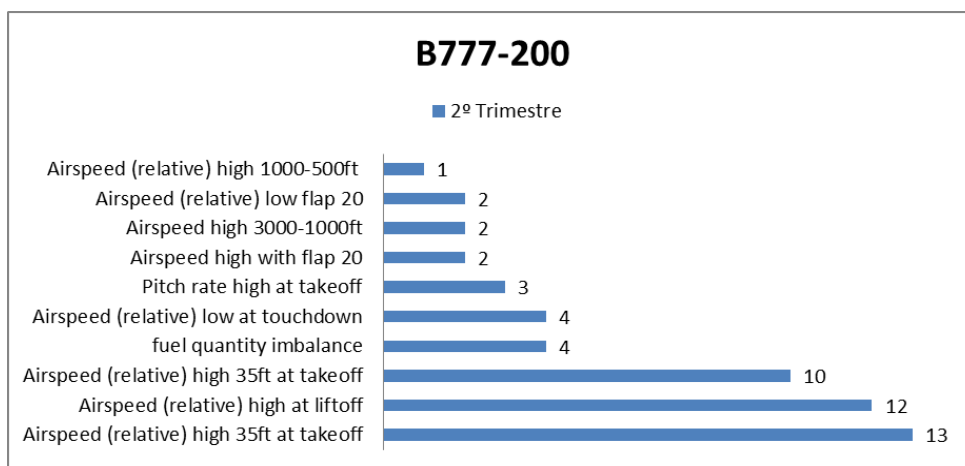


Gráfico 21 Eventos da frota B777 no 2º Trimestre

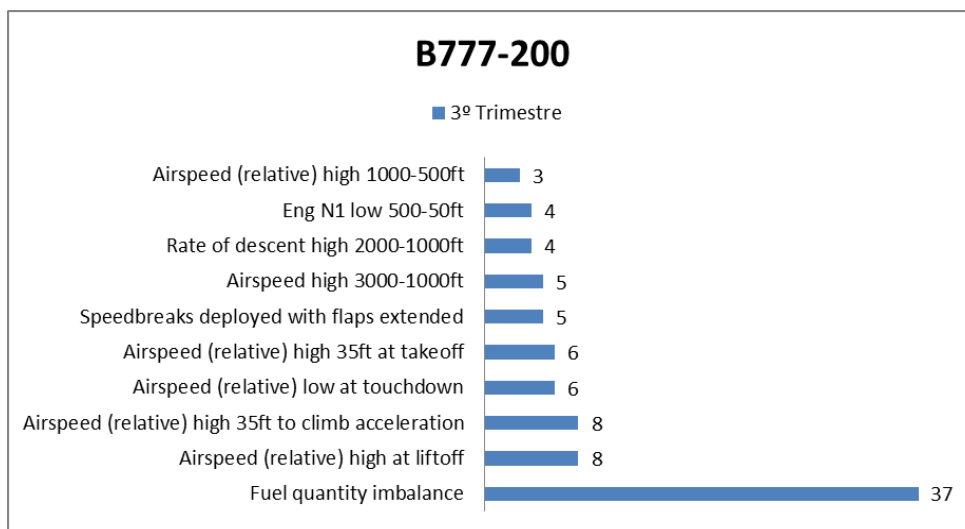


Gráfico 22 Eventos da Frota B777 no 3º Trimestre

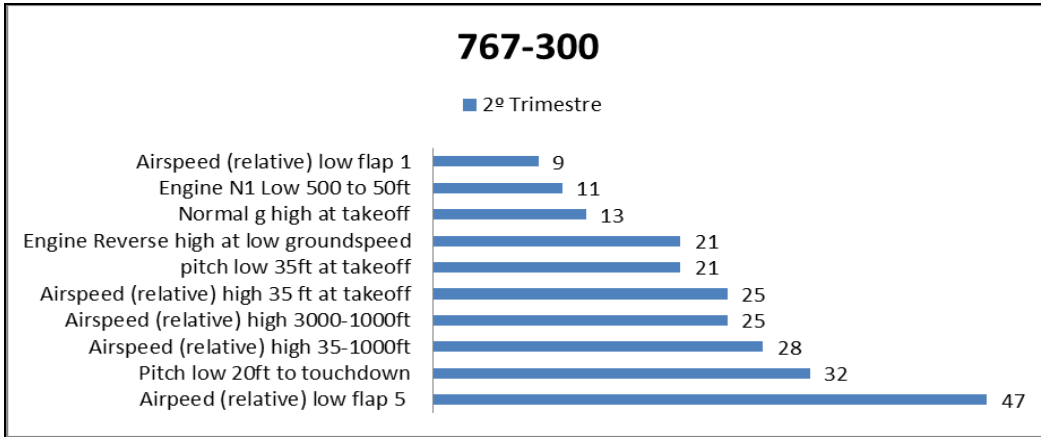


Gráfico 23 Eventos da frota B767 no 2º Trimestre

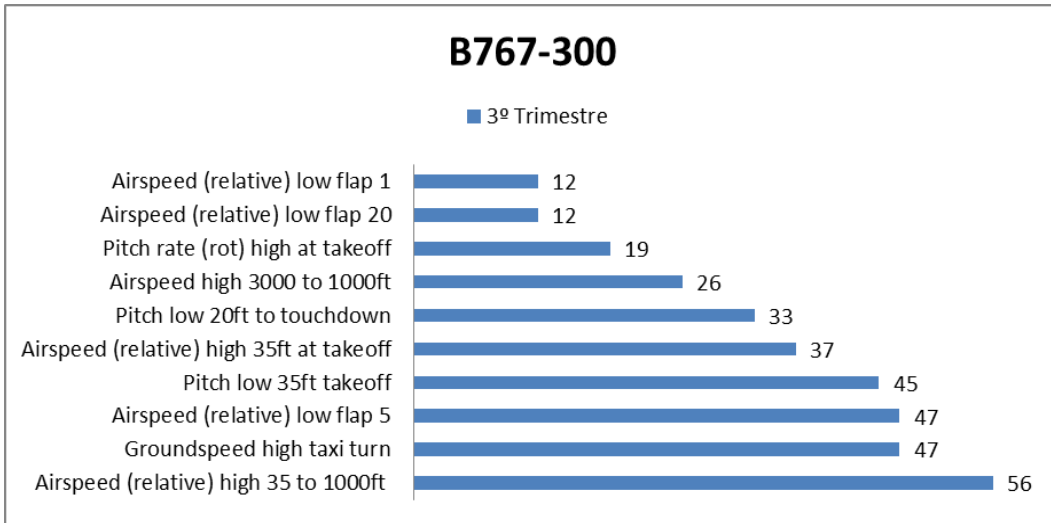


Gráfico 24 Eventos da frota B767 no 3º Trimestre

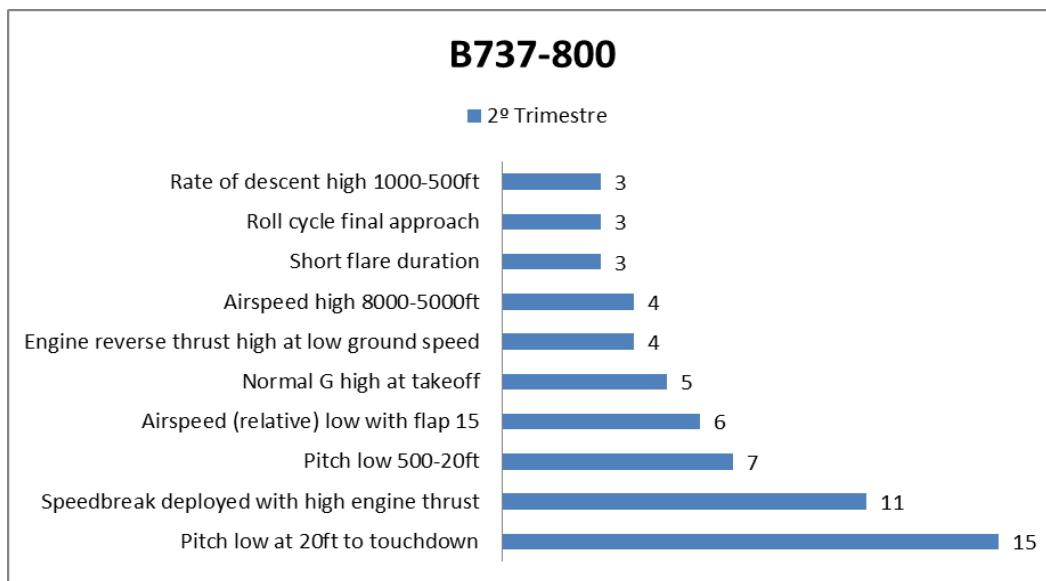


Gráfico 25 Eventos da frota B737 no 2º Trimestre

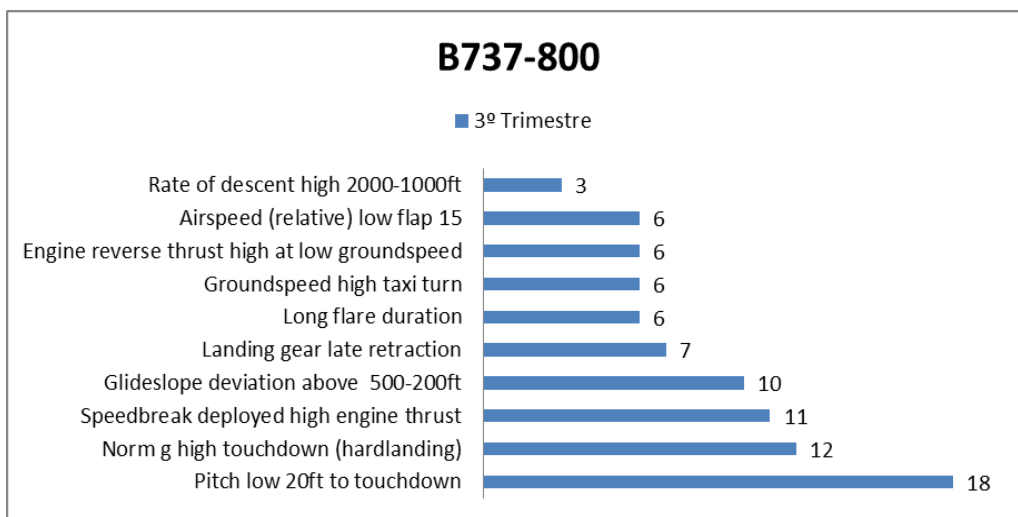


Gráfico 26 Eventos da frota B737 no 3º Trimestre

Em ambos os trimestres os eventos mais frequentes foram relacionados com velocidades relativas a V2, Vapp e Vref. Contudo os eventos mais graves, sendo aqueles que necessitam de uma ação de manutenção foram:

- Excedência de velocidades na configuração de flaps 5 e 1
- *Hardlandings*

Os eventos relacionados com excedência de massa máxima a aterragem e pressão de óleo nos motores, a maior parte não foram reais, uma vez que os parâmetros utilizados pelo sistema não correspondem as limitações da aeronave.

## 6.4 Tendências por aeroporto

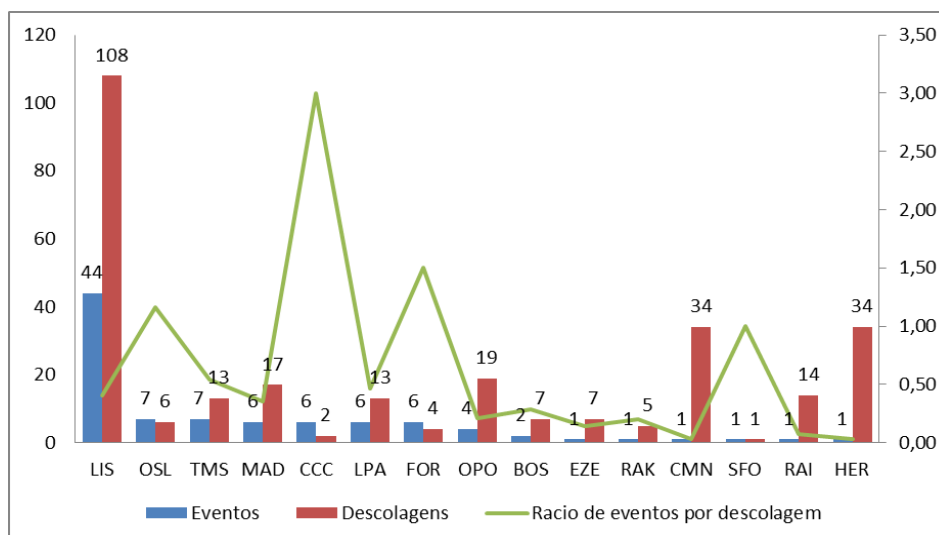


Gráfico 27 Eventos a descolagem por aeroporto - 2º Trimestre

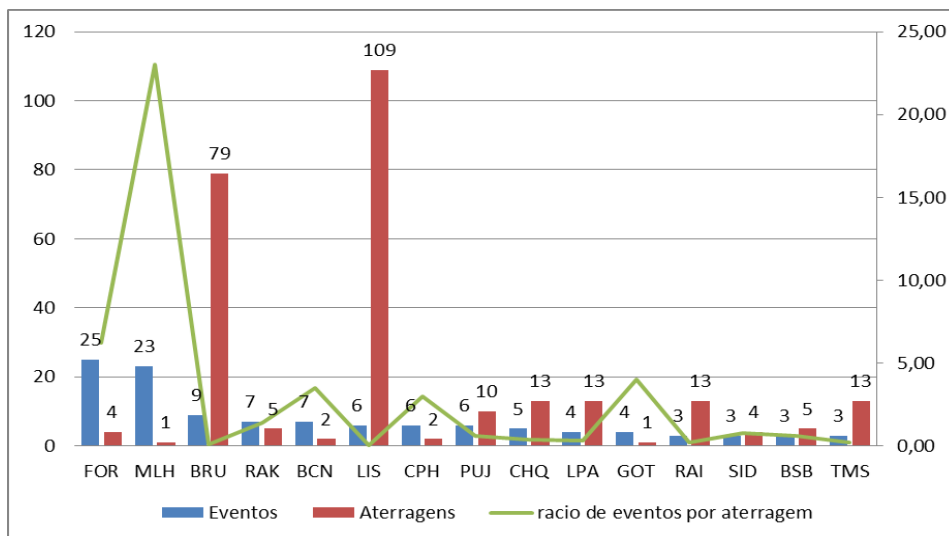


Gráfico 28 Eventos a decolagem por aeroporto - 3º Trimestre

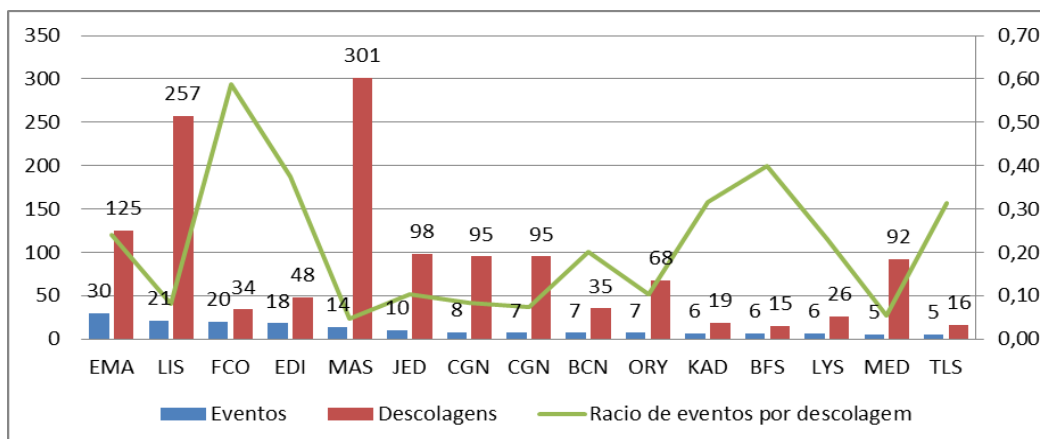


Gráfico 29 Eventos a aterragem por aeroporto - 2º Trimestre

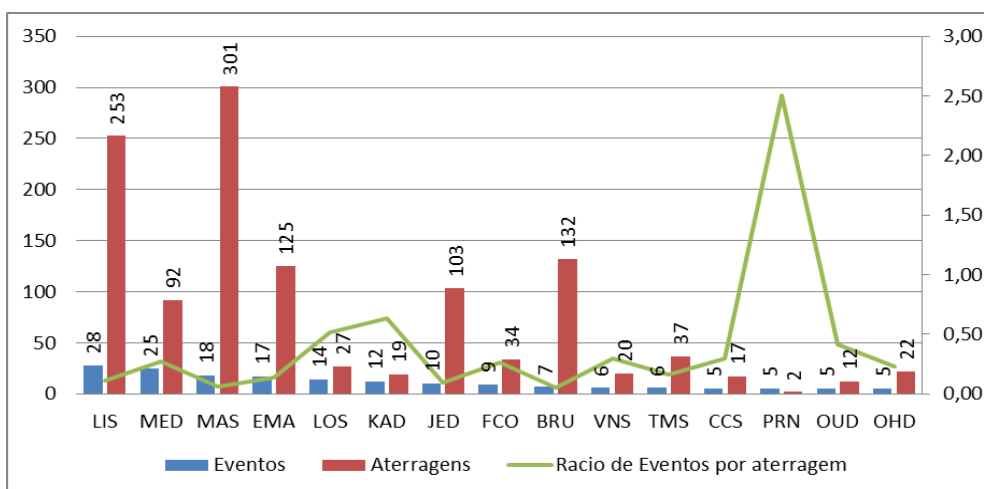


Gráfico 30 Eventos a aterragem por aeroporto - 3º Trimestre

## Análise de tendências

---

Com base base na frequência e severidade conclui-se que duas tendencias são inaceitaveis, sendo necessario proceder a uma investigação e implementação de uma ação corretiva.

As tendencias que se revelaram inaceitaveis foram:

- Hard landings
- Excedencia de velocidade com configuração de flap 5

Relativamente as hardlandings foram analisados quais são os aeroportos onde o evento é mais recorrente.

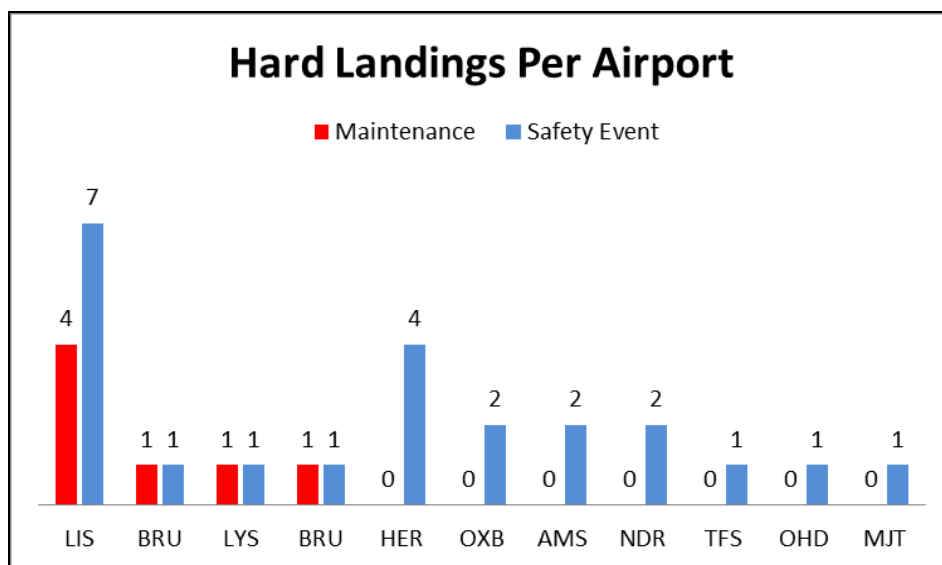


Gráfico 31 Hardlandings por aeroporto

Os aeroportos com mais registos de *hardlandings*, com os quais a aeronave necessitou de uma ação de manutenção, foram o Aeroporto Internacional de Lisboa, Bruxelas e Lyon-Saint-Exupéry. Foi também constatado que os aeroportos de Heraklion, Amsterdam-Schiphol e Nador também foram locais onde ocorreram alguns eventos de *hardlanding* mas cuja aceleração vertical não excedeu o limite para uma ação de manutenção.

A maior parte das *hardlandings* que necessitavam de uma ação de manutenção tinham associados eventos de ângulos baixos de atitude, desvios de *glideslope* e *localizer*, aproximações não estabilizadas, velocidades verticais elevadas e *flares* curtos.

Relativamente à excedência de velocidade para configuração de flap 5, conclui-se que 75% dos eventos ocorrem durante a fase de descolagem e subida inicial. A velocidade média na altura de excedência é de 231kt, verificando-se o não cumprimento por parte das tripulações da técnica descrita no FCTM para a retração de flaps.

A partir desta investigação foi pedida uma ação de mitigação ao departamento de Treino, para que estes eventos sejam divulgados às tripulações através de formação e que o planeamento das sessões de simulador possa contemplar treino evitando as situações reportadas.

## 7. Base de dados suplementar

### 7.1 Objectivo

Uma vez que não existe uma interface entre o software AIMS e a plataforma Polaris, não é possível associar directamente as tripulações aos eventos, sendo esta pratica realizada manualmente quando é necessário contactar as tripulações. De modo a colmatar esta dificuldade, desenvolveu-se uma base de dados suplementar que possa solucionar este assunto a curto prazo.

Esta base de dados tem como principais objectos:

- Estabelecer um controlo de tendências individuais de cada tripulante, podendo enviar regularmente e confidencialmente um relatório a cada tripulante sobre os seus eventos mais recentes.
- Analisar se um evento ou um conjunto de eventos é comum a todo o pessoal navegante técnico ou se é recorrente num determinado grupo de indivíduos.

Esta análise para além de confidencial, é de carácter não punitivo que terá como objectivo a redução de eventos de FDM, uma vez que as tripulações terão oportunidade de analisar os seus próprios eventos e corrigir as tendências pessoais.

### 7.2 Tratamento de dados

Após cada voo, é preenchido no “journey logbook” qual dos tripulantes é o “piloto aos comandos” na descolagem e/ou aterragem. Estes dados são posteriormente introduzidos no AIMS, pelo Despacho, que pertence à Direção de Operações de Voo - DOV. Ambos os softwares, AIMS e Polaris, permitem a exportação dos dados para Excel, onde é possível formatar e cruzar os dados.

Neste ficheiro extraído, temos acesso ao posto do tripulante, data do voo, aeroporto de partida e de destino em código IATA, frota em código IATA, e a informação relativa à descolagem e aterragem.

Exemplo: na primeira linha, um comandante no dia 21 de Outubro, no voo que partiu de MED e aterrou em JAI, com uma aeronave B767-300, foi responsável pela descolagem e pela aterragem da aeronave.

## Base de dados suplementar

Dados a partir do software AIMS

Pos	Name	legs	Date	Flight	Dep	Arr	STD	STA	AC	Descolagem		Aterragem	
										Day	Ngt	Day	Ngt
CP	<b>Confidencial</b>	6	21/10/2015	XY9356	MED	JAI	6:20	11:20	763	1		1	
CP		22/10/2015	XY9359	JAI	MED	14:20	20:10	763					
CP		25/10/2015	XY9054	MED	IXR	1:25	6:30	763		1			
CP		25/10/2016	XY9055	IXR	MED	8:00	14:35	763					
CP		28/10/2015	XY9060	MED	IXR	1:25	6:30	763			1		1
CP		28/10/2016	XY9061	IXR	MED	8:00	14:35	763	1				
FO		22/10/2015	XY9358	MED	JAI	6:20	11:20	763	1				1
FO		23/10/2015	XY9361	JAI	MED	14:20	20:10	763					
FO		25/10/2015	XY9364	MED	JAI	6:20	11:20	763					
FO		26/10/2015	XY9367	JAI	MED	14:20	20:10	763		1			
CP		21/10/2015	XY9419	IXU	JED	15:30	20:15	763					1

Figura 29 Dados provenientes do AIMS

Dados extraídos do Polaris:

A partir do software Polaris são extraídos dois ficheiros, um com os dados relativamente ao voo e outro com os dados relativamente aos eventos. Todos os ficheiros são formatados para que os códigos dos dados seja os mesmos, tais como para a frota e para a data.

Através dos dados da frota, data, aeroporto de partida e de destino é possível efectuar um cruzamento de dados e transportar o nome e função da tripulação para a folha que contém os dados de voo da Polaris.

Cada voo, na base de dados da Polaris, possui uma referência única, e cada evento possui um campo com a mesma referência, indicando assim em que voo é que o evento teve lugar.

Reference	Fleet	Aircraft	Type	Flight	Achieved Flight Record	Graph	Takeoff Datetime	Takeoff IATA	Landing IATA	POS Takeoff	Pilot Takeoff	POS Landing	Pilot Landing
8528625	MMZ-B767	CS-TKT	Complete		data-only	8528625	2015-11-27 16:02:45Z	ORY	SCU				
8528633	MMZ-B767	CS-TKT	Complete		data-only	8528633	2015-11-27 15:48:15Z	MAD	SCU				
8528620	MMZ-B767	CS-TKT	Complete		data-only	8528620	2015-11-27 10:57:08Z	LIS	ORY				

Reference	Fleet	Aircraft	Takeoff IATA	Landing IATA	Level	Event Short Desc	Code	Event Datetime	Value	Type	Flight Phase	Category	Responsible
8521675	MMZ-B777	CS-TFM	OPO	LIS	3	Air spd (rel) hi liftoff	TSA300	2015-11-17 18:39:18Z	29 kt	Safety	Takeoff	Speed	
8521675	MMZ-B777	CS-TFM	OPO	LIS	1	Pitch rate (neg) t/o	TPR003	2015-11-17 18:39:19Z	-0.1 deg/s	Safety	Takeoff	Pitch	
8521675	MMZ-B777	CS-TFM	OPO	LIS	1	Pitch rate (rot) hi t/o	TPR000	2015-11-17 18:39:17Z	3.1 deg/s	Safety	Takeoff	Pitch	

Figura 30 Cruzamento de dados

A atribuição do evento a um tripulante é feita com base na referência do voo e na fase de voo, existindo 4 possibilidades:

- Se o evento ocorre à descolagem então o responsável será o “piloto aos comandos” durante a descolagem
- Se o evento ocorre à aterragem então o responsável será o “piloto aos comandos” durante a aterragem
- Se o evento ocorre em cruzeiro como não é possível identificar directamente o responsável o evento é atribuído a ambos os tripulantes.

- Se o evento ocorre no solo, o evento é atribuído ao Piloto Comandante presente no voo, uma vez que as SOPs da EAA indicam que os procedimentos no solo são realizados pelo Piloto Comandante.

### 7.3 Estrutura da base de dados

Após o cruzamento de dados, o ficheiro de Excel é exportado para Access, onde foram criadas neste trabalho tabelas adicionais com os dados dos tripulantes, descrição dos eventos, tipo de evento, fase de voo, nível do evento e data do evento, com uma relação de um para muitos à tabela principal “Eventss”.

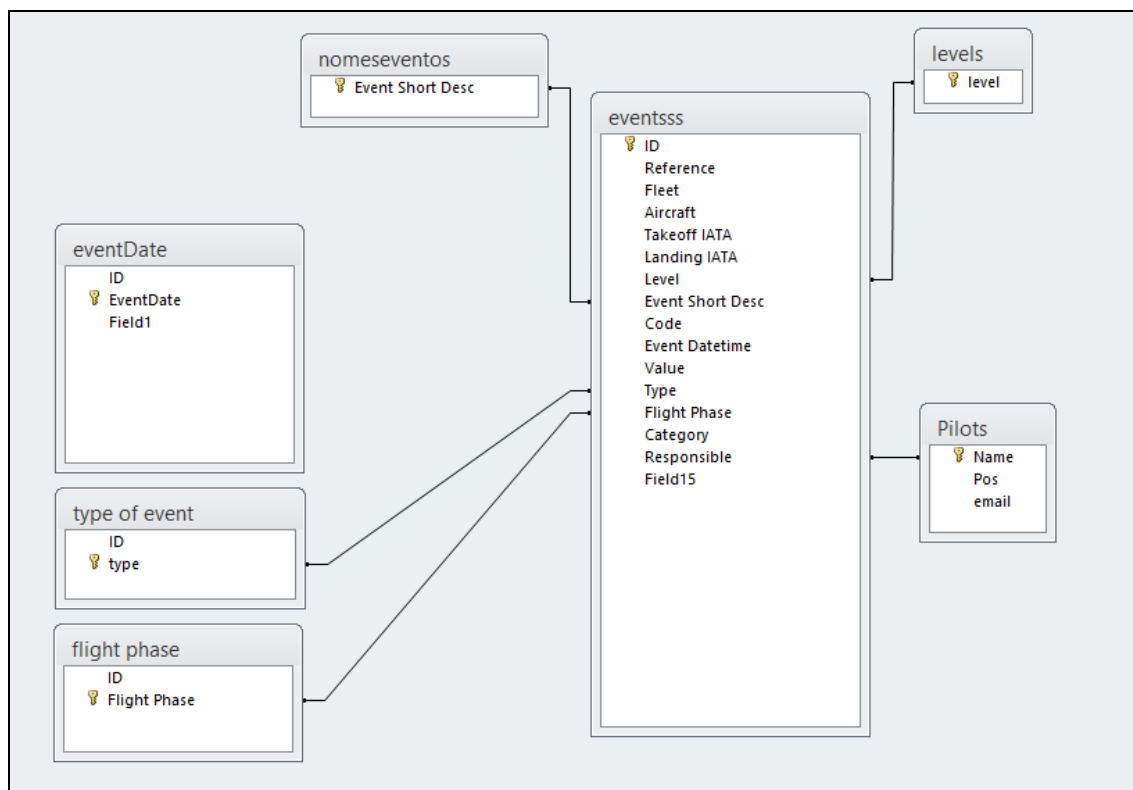


Figura 31 Estrutura da base de dados

### 7.3 Interface com o utilizador

A navegação da base de dados é realizada através de formulários, onde é possível executar consultas através do preenchimento de campos que filtram os dados e realizam contagens, de forma a obter a informação pretendida.

O acesso à base de dados é protegido e restrito, sendo necessário um nome de utilizador e uma palavra-passe de acesso.

Existem dois níveis de acesso. O nível um destina-se ao Gestor de Segurança Operacional e a outros membros do departamento de Segurança Operacional, para que possam visualizar os eventos e tendências individuais de cada piloto assim como os tripulantes

## Base de dados suplementar

com maior número de eventos com um determinado nome ou nível. O nível dois de acesso destina-se a todos os Tripulantes Navegantes Técnicos, para que possam visualizar os seus próprios eventos.

O diagrama ilustra o fluxo de acesso ao sistema. No topo esquerdo, um diagrama de dados mostra a relação entre as tabelas 'login' e 'security level'. A tabela 'login' contém os campos 'userlogin', 'Password', 'UserSecurity' e 'Name'. A tabela 'security level' contém os campos 'ID' e 'Campo1'. Abaixo, a interface 'Flight Data Monitoring - Events' apresenta um formulário de login com campos para 'User' (Nome) e 'Password' (mascarado com pontos), e um botão 'Login'. À direita, um bloco de código VBA detalha a lógica de validação e autenticação, incluindo verificações de campos obrigatórios e consultas de dados. No topo direito, uma interface de usuário mostra 'Welcome, #Nome?' com o nome do usuário destacado por um círculo vermelho, um botão 'Logout' e uma logo. Abaixo, uma seção de filtros para eventos inclui campos para 'SINCE' (com uma mensagem de erro 'Mandatory field') e 'level', além de botões para 'View Event List', 'Top Events', 'Download' e 'Download'.

Figura 32 Funcionamento da área de acesso

Ao executar o botão “login” é realizada uma pesquisa, onde os dados de acesso são confirmados como verdadeiros caso contrário devolve uma mensagem a indicar que os dados introduzidos estão incorrectos. Caso os dados de acesso estejam correctos é realizada uma pesquisa para identificar o nível de acesso, abrindo um dos dois formulários dependendo do acesso permitido.

Para o Pessoal Navegante Técnico, só se tem acesso a um formulário, cujo nome de “login” é transportado para o formulário.

As consultas que o Pessoal Navegante Técnico pode realizar são a lista pessoal de eventos e uma lista dos principais eventos a partir de uma determinada data e nível de evento.

As consultas são apresentadas em forma de relatório, que pode ser extraído em formato de PDF. O relatório apresenta a data do evento, aeronave, aeroporto de partida e

destino, descrição e código do evento, o valor dos parâmetros e o tipo de evento. O relatório sobre os principais eventos do tripulante está organizado de forma decrescente, do evento mais frequente ao menos frequente, apresentando uma contagem, o nome do evento e o nível.

Pilot Events						
Alpha						
Date	Aircraft	Takeoff	Landing_level	Description	Code	Type
24-08-2015	CS-TLO	MED	VNS	3 Pitch low 20ft to touchdown	LPA012	0.4 deg Safety
21-08-2015	CS-TLO	VNS	MED	3 Air speed (relative) low with flap 5	FSA205	-5 kt Safety
20-08-2015	CS-TLO	MED	VNS	3 Pitch low 20ft to touchdown	LPA012	0.4 deg Safety
13-06-2015	CS-TLO	LIS	TMS	3 Air speed (relative to Vref) low with flap 1	FSA201	-5 kt Safety

1 de dezembro de 2015 Page 1 of 1

Top Events		
Alpha		
Count	Description	Level
16	Unstable approach	1
12	Airspeed high flap 30	1
11	Ground speed high taxi turn	1
9	Short flare duration	1
8	Normal G high at takeoff	1
7	Airspeed high flap 40	1
6	Hard Landing	1
6	Air speed (relative) low with flap 5	2
6	Glideslope deviation below 500-200ft	1
6	Short flare duration	2
5	Unstable approach	2
5	Rate of descent high 50ft to touchdown	1
5	Glideslope deviation above 500-200ft	1
4	Rate of Descent high between 2000-1000ft	1
4	Landing gear late retraction	1
4	Air speed (relative) low at touchdown	1

Figura 33 Relatórios de eventos do tripulante *Alpha*

A existência de diferentes níveis de acesso à base de dados permite que, em caso de necessidade, se coloque esta interface no portal interno da euroAtlantic Airways, fornecendo a todo o Pessoal Navegante Técnico uma plataforma de consulta on-line dos seus eventos. Isto permite aos tripulantes acederem à informação, respeitante ao seu desempenho, onde e quando assim o entenderem, em vez de estarem cingidos às comunicações periódicas do departamento de Segurança Operacional.

Quando o acesso é realizado por um utilizador de nível um, o utilizador é direccionado para um formulário geral. A partir deste formulário o utilizador, pode navegar em quatro formulários diferentes, onde poderá realizar diferentes tipos de consulta.

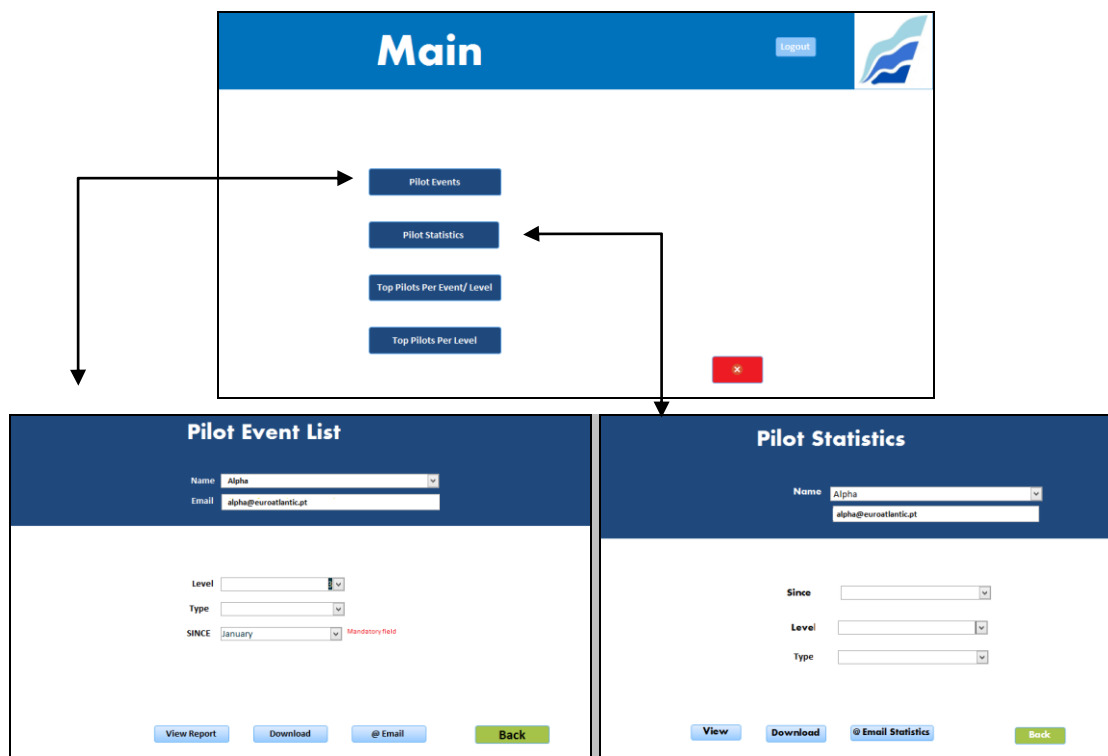


Figura 34 Navegação de formulários

No primeiro e segundo formulário, o utilizador pode seleccionar diferentes tripulantes, e consultar, extrair ou enviar por email ao tripulante o respectivo relatório. Ao seleccionar o botão de “email” a base de dados iniciara o Outlook com o ficheiro em anexo e o email do tripulante na barra de endereço, para que a tarefa de envio as tripulações seja o mais fácil possível.

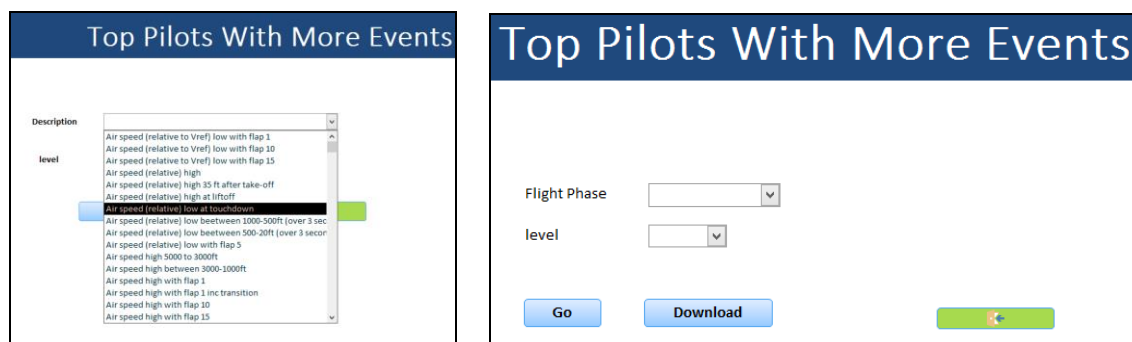
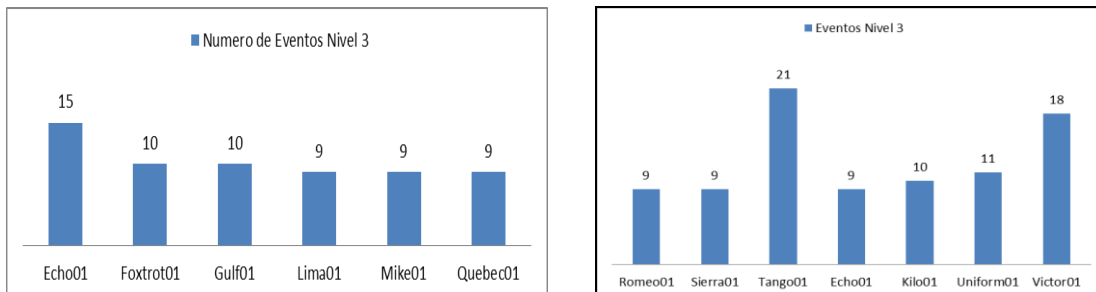


Figura 35 Formulários de consulta dos principais pilotos com eventos

Os outros formulários, permite ao utilizador consultar quem são os principais tripulantes com um determinado evento ou um conjunto de evento pertencentes a uma determinada fase de voo. Todos os formulários possuem um botão que permite voltar ao menu inicial. Esta base de dados tem a potencialidade de avaliar os pilotos em diferentes categorias, que poderá ser benéfico na personalização do treino de simulador para cada tripulante.

Foram analisadas durante o segundo e terceiro trimestre os principais tripulantes com mais eventos na fase de aproximação e aterragem, uma vez que é a fase de voo com mais eventos.

Estes tripulantes foram os primeiros a receber o relatório com as suas tendências.



**Gráfico 32** Principais pilotos com eventos nivel 3 no 2º e 3º Trimestre respectivamente

Conclui-se que esta pratica foi eficaz na redução de eventos na maior parte dos tripulantes, uma vez que em relação ao segundo trimestre, diminuíram significativamente os eventos.

## 8. Indicadores de desempenho de segurança

As práticas recomendadas pelo SGSO da ICAO promovem o desenvolvimento e manutenção de Indicadores de Desempenho de Segurança Operacional, conhecidos como Safety Performance Indicators - SPIs. O operador deve verificar o desempenho da sua organização e validar a eficácia dos controlos de risco.

De acordo com a *European Authorities Coordination Group on Flight Data Monitoring - EAFDM*, no documento “*Developing Standardized FDM-Based Indicators*”, é proposto um conjunto de indicadores que priorizam a contabilização de parâmetros relacionados com Saídas de pista (Runway Excursions), Colisão entre duas aeronaves em voo (Mid-Air Collision), Voo controlado contra o solo (Controlled Flight Into Terrain) e Perda de controlo (Loss of Control), sendo como prioridade do plano europeu de segurança de 2012 a 2016.

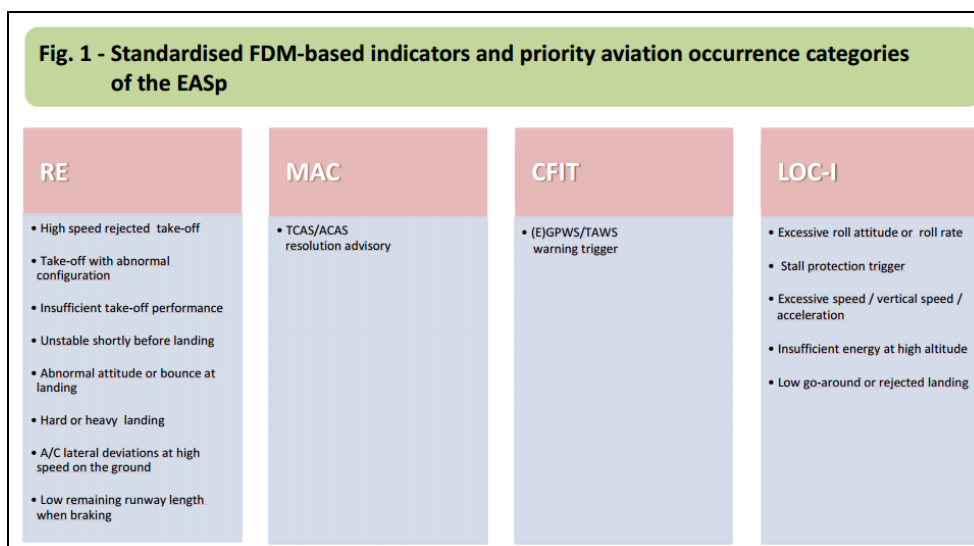


Figura 36 Indicadores com base no FDM

Face a esta recomendação, publicada pela EASA, foi selecionado um conjunto de eventos nível 3 para avaliar o desempenho de segurança.

●Hard landing

LGN000 Normal G high at touchdown

●Landing Deviations

LIL002 Localizer deviation 500-200ft

LIG012 Glideslope deviation below the glideslope 500-200ft

LSA211 Airspeed (relative) low 500-20ft (3 seconds)

LVD003 Rate of descent high 500-50ft

LHX002 Heading variation touchdown to 60kts airspeed

●Taxi exceedances

GGL000 Acceleration (lateral) high during taxiing in a turn

## Indicadores de desempenho de segurança

---

- GSG000 Groundspeed high during taxiing in a turn
- GSG001 Groundspeed high during taxiing in a straight line
- EGPWS/TCAS e aviso de entrada em perda
  - FWG201 TAWS Terrain
  - FWG202 TAWS terrain ahead
  - FWG203 TAWS terrain ahead pull up
  - FWG207 TAWS too low terrain
  - FWG401 TAWS windshear below 1500ft
  - FWG500 TAWS don't sink
  - FWG501 TAWS Pull up
  - FWG502 TAWS sink rate
  - FWG503 TAWS too low flap
  - FWG504 TAWS too low gear
  - FWP000 Autopilot disengaged during cruise
  - FWT000 TCAS RA
  - FWT010 TCAS TA
  - FWX000 Stick shake
  - FWX006 Landing configuration gear warning
  - FWX008 Overspeed
- Aterragens não estabilizadas
  - LXX100 Unstable approach
- “Level Busts”
  - FAS010 Level bust / altitude exceedance
- Configuração de travões aerodinâmicos com potência elevada ou Flaps
  - FCB001 Speedbrake deployed with high engine thrust
  - FCB000 Speedbrake deployed with flaps extended
- Descolagem e aterragem abortada
  - TXX000 Rejected Takeoff
  - LXX999 Go-around

Conforme indicado no documento 9859 da ICAO, o operador deve estabelecer níveis de alerta e objectivos para os seus Indicadores de Desempenho de Segurança Operacional de acordo com a política de segurança operacional da organização. Foram contabilizados, os eventos anteriormente referidos, contemplando vários anos de operação e calculado o rácio por 100 horas de voo e por 100 ciclos de voo. Os ciclos e horas de voo foram contabilizados, tendo em conta, os voos analisados e não os reais, quanto menor seja a captura de dados de voo, menor será o rácio, e por sua vez este resultado reflecte-se nos SPIs.

## Indicadores de desempenho de segurança

Definiu-se que o objectivo “Target” seria alcançar um valor não superior a 90% da média dos últimos anos. Definiu-se também que o nível de alerta seria quando fossem alcançados 60% dos valores médio dos últimos anos.

Em termos absolutos obteve-se os seguintes resultados para 2015:

Tabela 17 Resultados por Categoria

Categoria	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Agos	Set	Nov
RE	12	6	8	6	7	8	12	8	55	12
MAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CFIT	6	1	1	3	3	0	0	8	5	3
LOC-I	6	1	8	1	10	11	10	14	9	7

Claramente a categoria com mais eventos está relacionada com *Runway Excursions*. Verificaram-se também valores significativos em relação a *Loss of control in Flight*. Relativamente a *Mid-Air Collision* não se verificou qualquer tipo de eventos. Quanto a *Controlled Flight Into Terrain* verificaram-se alguns eventos, sendo a maior parte relacionados com desatualizações da base de dados do EGPWS e configuração tardia durante a aproximação.

Tabela 18 SPIs Históricos

SPIs	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
100 HV	0,99	1,6	1,8	3,29	2,8	2,8	1,86	1,49
100 CV	3,67	7,32	7,64	13,44	15,98	9,25	5,7	6,67

Com estes valores foi realizada uma média de referência, sendo esta 2,09 eventos por 100 Horas de voo e 11,1 eventos por 100 ciclos de voo. Desta forma o valor alvo é obter um valor igual ou inferior a 1,88 eventos por 100 Horas de voo e 10 eventos por 100 ciclos de voo. O nível de alerta ficou estabelecido como 1,25 eventos por 100 horas de voo e 6,7 eventos por 100 ciclos de voo.

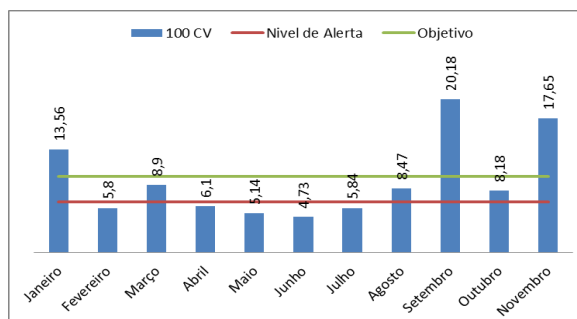
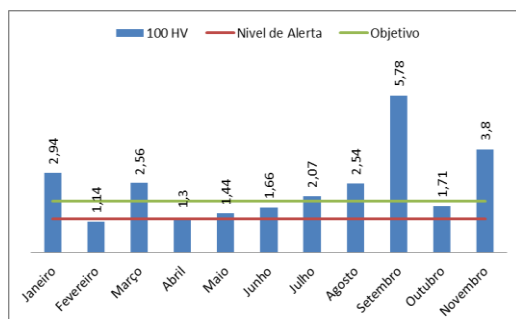


Gráfico 33 Indicadores de desempenho de segurança operacional por 100 Horas de voo

Verificou-se o incumprimento do objetivo estabelecido inicialmente. Este objetivo inicial poderá ter sido de alguma forma ambicioso, mas o incumprimento deve-se sobretudo ao facto de, em anos anteriores, grande parte dos eventos não serem contabilizados. Na

## Indicadores de desempenho de segurança

---

realidade, o crescente número de eventos analisados, reflexo da constante evolução do Programa de Monitorização de Dados de Voo, aumenta o número de eventos por voo e conseqüentemente o rácio obtido. Contudo o objetivo mantém-se para perspetivas futuras.

# 9. Conclusão

A monitorização de dados de voo apresenta inúmeros benefícios no que diz respeito a segurança operacional. Através da recolha dos dados de voo é possível verificar se os procedimentos de voo foram desempenhados corretamente e identificar desvios de procedimentos. Em termos de legislação o FDM deve ser utilizado como uma ferramenta do SGSO de forma a resolver deficiências nas operações de voo assim como identificar perigos, sendo para isto necessário uma recolha mínima de dados de 85% dos voos. Para além destas funções o operador pode também utilizar o FDM para identificar assertivamente quando uma ação de manutenção não programada é necessária, através da verificação da excedência do limite de parâmetros previsto no manual de manutenção.

Embora as falhas de equipamentos ou os erros operacionais raramente são as causas principais de acidentes ou incidentes graves, são um fator contribuinte na maior parte das ocorrências, pelo que devem ser colmatados através de defesas básicas: treino, tecnologia e regulamentação.

Existem várias estratégias de intervenção para a gestão da segurança operacional:

- Reativa;
- Proativa;
- Preventiva.

O FDM pode ser utilizado como parte das três estratégias. A nível reativo pode detetar excedências de parâmetros. A nível proativo e preventivo o FDM permite analisar tendências e monitorizar parâmetros que se aproximam do limite previsto pelos manuais operacionais e de manutenção prevenindo assim ocorrências.

As limitações de parâmetros de voo previstas nos procedimentos de voo dos manuais operacionais são geralmente inferiores às limitações dos manuais de manutenção, sendo este um sistema de tolerância ao erro desenvolvido pelo fabricante. Caso seja cometido um desvio de procedimentos operacionais poderá não ser necessário uma ação de manutenção.

A revisão dos limites de parâmetros de FDM, possibilitou uma melhor análise e identificação de perigos e desvios de procedimentos, possibilita também a deteção automática da necessidade de uma ação de manutenção. A revisão dos limites de parâmetros de FDM utilizou por base três métodos de definição de limites, onde o método “analisar tendências até ao limite” se revelou o mais eficiente uma vez que para além de detetar excedências através dos eventos nível três, possibilita detetar, através dos eventos nível um e nível 2, desvios de procedimentos que estão próximos do valor limite, permitindo ao operador tomar uma ação corretiva atempadamente. Os métodos “determinar a extensão da excedência” e “modelo de limites otimizado” apresenta vantagens na deteção de desvios de procedimentos grosseiros

## Conclusão

---

A euroAtlantic Airways é uma operadora de voos não regulares, operando por aeroportos de todo o mundo sendo o seu pico de atividade durante o Verão. Esta atividade reflete-se nas tendências, onde se verificou uma relação entre o número de ciclos e o número de eventos nível três, contudo um maior número de horas de voo contribui para um maior número de eventos em geral.

A maior parte dos eventos ocorrem durante a fase de aproximação e na fase de descolagem, uma vez que existe uma elevada quantidade de tarefas a serem desempenhadas em simultâneo pelas tripulações, onde a possibilidade para ocorrer desvios aumenta.

A maior parte dos desvios estão relacionados com excedências de velocidade que estão diretamente relacionadas como o ângulo de ataque da aeronave.

O Aeroporto Internacional de Lisboa é o aeroporto mais operado pela EAA e também o aeroporto com mais eventos a descolagem e aterragem.

O risco é definido pela combinação da probabilidade com a severidade da ocorrência, pelo que duas tendências se revelaram de alto risco:

- *Hardlandings*;
- Excedência de velocidade *com flaps*.

Uma vez que estas ocorrências são as que apresentam danos estruturais a aeronave, necessitando de uma ação de manutenção foi recomendando ao departamento de treino a implementação no treino de simulador, procedimentos relacionados com este tipo de ocorrências, assim como a seleção de aeroportos onde este tipo de excedências tendem a ocorrer.

Foi construída uma base de dados suplementar com o objetivo de analisar as tendências de cada tripulante e alertar as tripulações para os desvios de procedimentos e excedências de limites de parâmetros. A divulgação dos relatórios individuais, de tendências e eventos, as tripulações foi realizada de forma construtiva e não punitiva, alcançando resultados positivos na diminuição de eventos dos tripulantes com mais eventos.

Os indicadores de desempenho de segurança operacional, permitem ao operador avaliar a sua gestão de segurança e definir objetivos no âmbito da segurança operacional. Embora os objetivos definidos tenham sido alcançados parcialmente, são uma referência para uma melhoria continua.

Este trabalho otimizou o uso das ferramentas disponíveis do departamento de segurança operacional da EAA, a legislação nacional e internacional aplicável foi revista para que este trabalho possa agir em conformidade com as práticas recomendadas e reforçar os pilares da segurança operacional.

# 10. Trabalhos futuros

A Gestão da Segurança Operacional é um processo contínuo, onde a procura na melhoria do programa, e conseqüentemente uma contribuição mais eficaz na melhoria da operação aérea, está em constante evolução.

Os manuais operacionais e de manutenção estão constantemente a sofrer revisões pelo que existe a necessidade de rever também os limites de eventos de FDM para que estejam em conformidade.

Uma vez que alguns aeroportos possuem procedimentos específicos de decolagem, aproximação e aterragem, assim como diferentes características, a *Flight Data Services*, prevê a implementação de um módulo de limites de eventos para diferentes aeroportos, pelo que será necessário a análise de características e de procedimentos em determinados aeroportos para a implementação de limites de parâmetros associados aos mesmos.

A base de dados suplementar desenvolvida, caso se revele uma solução viável a longo prazo, terá de ser integrada no portal interno da companhia. Poderá ser também relevante adaptar a base de dados para seja possível efectuar uma análise de risco de cada tripulante em função da gravidade dos eventos e do número de ciclos de voos realizados.

As aeronaves a partir de um determinado número de ciclos e de horas de voo, aumentam o consumo de combustível devido a degradação do desempenho dos motores e do aumento de arrasto da fuselagem. O aumento de consumo de combustível é avaliado em fator combustível e fator de arrasto, este valor, é um valor percentual de consumo de combustível comparativamente a aeronave após o seu fabrico.

Estes valores são calculados a partir do caudal de combustível a uma determinada altitude, pressão, massa, temperatura exterior, temperatura de gases de escape, rotação dos veios N1 e N2, entre outros dados. O programa de monitorização de dados de voo poderá ser a ferramenta ideal na recolha de uma amostra de dados para a determinação do fator de combustível e do fator de arrasto. Estes valores têm uma enorme importância no cálculo do combustível necessário para realizar uma dada trajetória, uma vez que permite calcular com mais precisão o combustível necessário.

# Bibliografia

- Autoridade Nacional de Aviação Civil - ANAC. (n.d.). certificado de aeronavegabilidade.
- Autoridade Nacional de Aviação Civil - ANAC. (2010). *Circular de informação aeronáutico nº14/2010*. Lisboa.
- Boeing. (n.d.). *Aircraft Flight Manual B767 - AFM*. (Boeing, Ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015a). *Aircraft Flight Manual B737 - AFM*. (Boeing, Ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015b). *Aircraft Flight Manual B777 - AFM*. (Boeing, Ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing (Ed.). (2015c). *Aircraft Maintenance Manual B737 - AMM*. Seattle: Seattle.
- Boeing. (2015d). *Aircraft Maintenance Manual B767 - AMM*. Seattle.
- Boeing. (2015e). *Aircraft Maintenance Manual B777 - AMM*. Seattle: Boeing.
- Boeing (Ed.). (2015f). *Flight Crew Operating Manual B737 - FCOM* (Rev07 ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015g). *Flight Crew Operating Manual B767 - FCOM* (Rev 24). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015h). *Flight Crew Operating Manual B777 - FCOM*. (Boeing, Ed.) (Rev12 ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015i). *Flight Crew Training Manual B737 - FCTM* (Rev13 ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015j). *Flight Crew Training Manual B767- FCTM* (Rev14 ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015k). *Flight Crew Training Manual B777 - FCTM* (Rev12 ed.). Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015l). *Weight and Balance Manual B737*. Seattle: Boeing.
- Boeing. (2015m). *Weight and Balance Manual B777*. Seattle: Boeing.
- Boeng. (2015). *Weight and Balance Manual B767*. Seattle: Boeing.
- Civil Aviation Authority (UK). (n.d.). Flight Data Monitoring CAP 739.
- EASA. (2014). *Acceptable Means of compliance (AMC) and guidance material (GM) to part ORO* (2nd ed.). Colónia.
- euroAtlantic Airways. (2014). *Safety Management Manual* (3rd ed.). Sintra: EAA.
- euroAtlantic Airways. (2015). *Standards and Operating Procedures (SOPs) B737/B767/B777*. Sintra.
- euroAtlantic Airways. (2015). *Operating Manual (OM parte A)*. Sintra:EAA
- European Authorities Coordination Group Flight Data Monitoring. (2015). *Developing standardized FDM Based indicators*.
- Flight Data Services. (2015). *Event Threshold*. Portsmouth.
- International Civil Aviation Organization. (2010). *Annex 6 - Aircraft Operations*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2013a). *Anexo 19*. Montreal: ICAO.
- International Civil Aviation Organization. (2013b). *Safety Management Manual (DOC 9859)* (3rd ed.). Montreal: ICAO.



## Anexo A

As seguintes tabelas apresentam os limites de parâmetros redefinidos junto da referência em que foram baseados.

Tabela 19 Parâmetros de safety para a aeronave Boeing 737-800

Parameter	Level 1	Level 2	Level 3	Reference
<b>Ground: Acceleration</b>				
GGL000 Acceleration (lateral) during taxi on a turn	-	-	≥ +0,15g	based on average
<b>Ground: Engines</b>				
GER001 APU Fire warning	-	-	≥ 1sec	FCOM warnings
GET030 Engine Gas Temperature (°C)	-	-	725 °C	EASA-TCDS-E.004_CFM_737
<b>Ground: Speed</b>				
GSG000 High speed during taxing in a turn	-	≥ 10kts	≥ 15kts	737 FCTM Ground Operations, Taxi Speed and Braking 2.5
GSG001 Groundspeed high during taxiing in a straight line	-	≥ 30kts	≥ 35kts	737 FCTM Ground Operations, Taxi Speed and Braking 2.5
<b>Take off and initial climb: Acceleration</b>				
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded	-	-	≥ 196kts	Based on average (no limit)
TGN 000 Acceleration normal high during take-off	≥ +1,35g	≥ +1,40g	≥ +1,45g	based on average
<b>Take-off &amp; initial Climb: Altitude</b>				
TAA000 Height loss liftoff to 35ft	-	≥ 10ft	≥ 20ft	Based on Average
TAA001 Height loss 35-1000ft	≥ 30ft	≥ 40ft	≥ 50ft	Based on Average
TAA002 Height loss 1000-2000ft	≥ 100ft	≥ 150ft	≥ 200ft	Based on Average
<b>Take-off &amp; initial climb: configuration</b>				
TCF000 Flaps retraction early after liftoff	-	≤ 800ft	≤ 400 ft	737 FCTM Flap retraction schedule
TCW001 Take-off configuration flap	-	-	≥ 1seg	FCOM warning system

## Anexo A

warning				
TCW002 Take-off configuration parking brake warning	-	-	$\geq 1\text{seg}$	FCOM warning system
TCW003 Take-off configuration soiler warning	-	-	$\geq 1\text{seg}$	FCOM warning system
TCW004 Take-off configuration and stabilizer warning	-	-	$\geq 1\text{seg}$	FCOM warning system
<b>Take-Off and initial climb: engines</b>				
TEN100 Engine N1 (take-off high)	-	-	$\geq 104\%$	AMM 71-00-00
TET000 Engine Gas temperature (takeoff) high	-	-	$\geq 950^{\circ}\text{C}$	AMM 71-00-00
TEN190 Engine N1 low at TOGA during take-off	-	-	$\leq 69.3\%$	-
<b>Take-Off and initial climb: General</b>				
TXX000 Rejected take-off	-	-	$\geq 80\text{kt}$	FCTM Rejected takeoff decision
TXX001 Autopilot engaged early during take-off	-	-	$\leq 400\text{ft}$	FCTM autopilot engagement
TXX002 Rejected take-off low speed	-	-	$\leq 80\text{kt}$	FCTM Rejected takeoff decision
<b>Take-Off and initial climb: Heading</b>				
THX001 Heading deviation from runway above 80kts airspeed during takeoff	$\geq \pm 2^{\circ}$	$\geq \pm 3^{\circ}$	$\geq \pm 5^{\circ}$	Based on Average
THX002 Heading deviation from runway at TOGA during take-off	-	$\geq \pm 10^{\circ}$	$\geq \pm 20^{\circ}$	Based on Average
<b>Take-off and Initial climb: Landing Gear</b>				
TLX000 Landing gear late retraction	$\geq 200\text{ft}$	$\geq 300\text{ft}$	$\geq 500\text{ft}$	Based on Average
<b>Take-off and initial climb: Pitch</b>				
TPA000 Pitch high at liftoff	$\geq 9^{\circ}$	$\geq 10^{\circ}$	$\geq 11^{\circ}$	FCTM -Typical Takeoff Tail Clearance

## Anexo A

TPA001 Pitch high at 35ft during take-off	$\geq 16^\circ$	$\geq 17^\circ$	$\geq 18^\circ$	FCTM Rotation and liftoff
TPA002 Pitch high 35-400 ft	$\geq 17^\circ$	$\geq 18^\circ$	$\geq 19^\circ$	FCTM Rotation and liftoff
TPA003 Pitch High 400-1000	$\geq 16^\circ$	$\geq 17^\circ$	$\geq 18^\circ$	Based on Average
TPA014 Pitch low 35 ft to climb acceleration start	$\leq 10^\circ$	$\leq 9^\circ$	$\leq 8^\circ$	FCTM Rotation and liftoff
TPR000 Pitch rate (rotation) high during takeoff	$\geq 4.0\text{deg/s}$	$\geq 4.5\text{deg/s}$	$\geq 5.0\text{deg/s}$	FCTM Rotation and liftoff
TPR002 Pitch rate low during takeoff	$\leq 4\text{deg/s}$	$\leq 1.3\text{deg/s}$	$\leq 1\text{deg/s}$	FCTM Rotation and liftoff
TPR003 Pitch rate (negative) during takeoff	$\leq 0\text{deg/s}$	$\leq -0.5\text{deg/s}$	$\leq -1.0\text{deg/s}$	Based on average
TRP001 Pitch rate high 35-1000ft	$\geq 3.0\text{deg/s}$	$\geq 3.5\text{deg/s}$	$\geq 4.0\text{deg/s}$	Based on average
<b>Take-off and initial climb: Roll</b>				
TRA000 Roll high liftoff to 20ft	$\geq \pm 1\text{deg}$	$\geq \pm 2\text{deg}$	$\geq \pm 3\text{deg}$	Based on Average
TRA001 Roll high 20-400 ft	$\geq \pm 1\text{deg}$	$\geq \pm 2.5\text{deg}$	$\geq \pm 5\text{deg}$	Based on Average
TRA002 Roll high 400-1000ft	$\geq \pm 30.0\text{deg}$	$\geq \pm 30.0\text{deg}$	$\geq \pm 30.0\text{deg}$	FCTM - Immediate Turn after Takeoff - All Engines
<b>Take-off and initial climb: speed</b>				
TSA200 Airspeed (relative) low during lift off	-	$\leq 5\text{kt}$	$\leq 0\text{kt}$	Based on average
TSA201 Airspeed (relative) low at 35ft during takeoff	$\leq 14\text{kt}$	$\leq 10\text{kt}$	$\leq 0\text{kt}$	FCTM -Takeoff Profile
TSA210 Airspeed (relative) low 35-1000 (3 seconds)	$\leq 14\text{kt}$	$\leq 10\text{kt}$	$\leq 0\text{kt}$	FCTM -Takeoff Profile
TSA300 Airspeed (relative) high at lift off	$\geq +16\text{kt}$	$\geq +20\text{kt}$	$\geq +26\text{kt}$	FCTM -Takeoff Profile
TSA301 Airspeed (relative) high at 35 ft during take-off	$\geq +20\text{kt}$	$\geq +25\text{kt}$	$\geq +30\text{kt}$	FCTM -Takeoff Profile
TSA313 Airspeed (relative) high 35 ft to climb acceleration start (3 seconds)	$\geq +20\text{kt}$	$\geq +25\text{kt}$	$\geq +30\text{kt}$	Based on Average
TSA310 Airspeed (relative) high 35-1000ft (3 seconds)	$\geq +20\text{kt}$	$\geq +25\text{kt}$	$\geq +30\text{kt}$	737 FCTM Takeoff and Initial Climb, Immediate Turn after Takeoff - All

## Anexo A

				Engines 3.35
TSA500 Airspeed high between 1000ft and 8000ft	-	≥250kt	≥310kt	FCTM - Climb Speed Determination
TSA501 Airspeed high 8000ft to 10000ft	-	≥250kt	≥310kt	FCTM - Climb Speed Determination
<b>Take-off and initial climb: Vertical Speed</b>				
TVC000 Rate of climb low 35ft to climb acceleration start	≤ 1000 fpm	≤ 750 fpm	≤ 500fpm	Based on Average
<b>Flight: Acceleration</b>				
AGT100 Turbulence during flight	≥0.3 G	≥0.4g	≥ 0.5g	Based on Average / Limitations AMM 05-51-04
AGT101 Turbulence during cruise	≥0.5g	≥2g	≥ +2,5g	AMM 05-51-04
FNG000 Acceleration normal low with flaps retracted	≤ 0g	≤ -0.5g	≤ -1G	AMM 05-51-04
FGN001 Acceleration normal high with flaps retracted	-	≥2g	≥2.5G	AMM 05-51-04
FGN010 Acceleration (normal) low with flaps extended	≤ 1g	≤ 0.5g	≤ 0G	AMM 05-51-04
FGN011 acceleration (normal) high with flaps extended	≥1.5g	≥1.8g	≥2 G	AMM 05-51-04
<b>Flight: Altitude</b>				
FAS000 Maximum operating altitude exceeded	≥40000 ft	≥40500 ft	≥41000 ft	FCOM operational limitations
FAS001 Maximum operating altitude (flaps extended) exceeded	-	-	≥20000 ft	FCOM operational limitations
FAS010 Level bust/altitude exceedance	-	-	≥+-200 ft	CAP 710 Level Bust Working group
<b>Flight : configuration</b>				
FCB000 Speedbrake deployed with flaps extended	≥10deg	≥15deg	≥25deg	-
FCB001 Speedbrake deployed with high engine trust	-	-	≥5 sec	Based on Average

## Anexo A

<b>Flight : Engines</b>				
FEN120 Engine N1 (maximum continuous power) high	-	-	≥104%	AMM 71-00-00
FET020 Engine Gas temperature (maximum continuous power) high	-	-	≥925°C	AMM 71-00-00
FEX000 Engine Shutdown during flight	-	-	≥1 s	-
FEX010 Engine fire warning	-	-	≥1sec	FCOM warning systems
FEX200 Fuel quantity imbalance	-	-	≥±453 kg	FCOM - (performance dispatch)
<b>Flight: Flying controls</b>				
FFR000 Rudder reversal	-	-	≥6.25 deg	-
<b>Flight: Roll</b>				
FRA000 Roll high above 1000ft	≥+-20deg	≥+-30deg	≥+-40deg	FCTM immediate turn after takeoff
<b>Flight: Speeds</b>				
FSA101 Airspeed high with flap 1	-	-	≥ 250kt	AFM Operation Limitations
FSA 102 Airspeed high with flap 2	-	-	≥ 250kt	AFM Operation Limitations
FSA 105 Airseed high with flap 5	-	-	≥ 250kt	AFM Operation Limitations
FSA110 Airspeed high with flap 10	-	-	≥ 210kt	AFM Operation Limitations
FSA115 Airspeed high with flap 15	-	-	≥ 200kt	AFM Operation Limitations
FSA125 Airspeed high with flap 25	-	-	≥ 190kt	AFM Operation Limitations
FSA130 Airspeed high with flap 30	-	-	≥ 175kt	AFM Operation Limitations
FSA140 Airspeed high with flap 40	-	-	≥162kt	AFM Operation Limitations
FSA201 Airspeed relative low with flap 1	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA202 Airsped (relative) low with flap 2	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA205 Airspeed (relative) low with flap 5	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA210 Airspeed relative low flap 10	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA215 Airspeed relative low with flap 15	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average

## Anexo A

FSA220 Airspeed relative low with flap 20	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA225 Airspeed relative low with flap 25	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA230 Airspeed (relative) low with flap 30	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA240 Airspeed (relative) low with flap 40	-	≤ 0 kt	≤ -5 kt	Based on Average
FSA900 Airspeed high during landing gear retraction	≥200kt	≥210kt	≥ 235kt	AFM Operation Limitations
FSA901 Airspeed high during landing gear extension	≥200kt	≥250kt	≥ 270kt	AFM Operation Limitations
FSA902 Airspeed high with landing gear extended	≥280kt	≥300kt	≥ 320kt	AFM Operation Limitations
FSM999 Airspeed (vmo) exceeded	-	-	≥340kt	AFM Operation Limitations
FSM900 Mach high during landing gear retraction	-	-	≥0.82 M	AFM Operation Limitations
FSM901 Mach high during landing gear extension	-	-	≥0.82M	AFM Operation Limitations
FSM902 Mach High with landing gear extended	-	-	≥0.82M	AFM Operation Limitations
FSM999 Mach (MMO) exceeded	-	-	≥0.820M	AFM Operation Limitations
<b>Flight Warnings:</b>				
FWG201 TAWS terrain	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWG202 Taws terrain ahead	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWG001 Taws general warning	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWG203 TAWS terrain ahead pull up	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWGS205 Taws terrain pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWG207 TAWS too low terrain	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWG401 TAWS windshear below 1500 ft	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWG500 Taws dont sink	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWG501 TAWS pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems

## Anexo A

FWG502 TAWS sink rate	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWG503 TAWS too low flap	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWG504 TAWS too low gear	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWP000 Autopilot disengaged during cruise	≥1 sec	≥30 sec	≥1800 sec	-
FWT000 TCAS RA	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWT010 TCAS TA	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
FWX001 Stick Shaker	-	-	≥1 sec	FCOM Warning systems
FWX008 Overspeed	-	-	≥ 1 sec	FCOM Warning systems
<b>Approach and landing: Acceleration</b>				
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hard landing)	-	≥1.5 G	≥2.1 G	05-51-01
LGO 000 Excessive Braking	≥-0.45g	≥-0,5g	≥-0.55g	Based on Average
LGT 100 Turbulence during approach	≥0.25 G	≥ 0.3 G	≥2 G	05-51-04
<b>Approach and landing: Altitude</b>				
LAA001 Height low 1 minute to touchdown	≤ 600ft	≤ 550ft	≤ 500ft	Based on Average
LAA002 Height low 2 minutes to touch down	≤ 1000ft	≤ 800ft	≤ 700ft	Based on Average
LAA011 Height high 1 minute to touchdown	≥1200ft	≥1300ft	≥1500ft	Based on Average
LAA012 heigh high 2 minutes to touchdown	≥2500ft	≥2800ft	≥3000ft	Based on Average
<b>Approach and landing: Configuration</b>				
LCB000 Speedbrake deployed during final approach	-	-	≥1sec	FCTM speed break
LCF000 Flap movement late during approach	-	-	≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recommendations
LCF001 Flap non standard at touchdown	-	-	≤ 30	FCTM stabilized approach recommendations
<b>Approach and landing: Engines</b>				
LEF000 Fuel quantity low at touchdown	-	-	≤ 3000ft	SOPs 2.1
LEN110 Engine N1 (go-around) high	-	-	≥104%	AMM 71-00-00

## Anexo A

LEN 152 Engine N1 low 500-50ft (5 seconds)	-	-	≤ 69.35%	FCTM
LEN 160 Engine N1 high during approach	-	≥90%	≥95%	AMM 71-00-00
LEN160 Engine N1 high during approach	-	-	≥104%	AMM 71-00-00
LER010 Engine reverse thrust high at low groundspeed	≤ 55 kts	≤ 50kts	≤ 45kt	FCTM - Reverse Thrust Operation
LET010 Engine Gas temperature (go-around) high	-	-	950°C	AMM 71-00-00
<b>Approach and landing: flying controls</b>				
LFC000 Throttle cycling during final approach	≥2 cycles	≥3 cycles	≥4 cycles	-
<b>Approach and landing : General</b>				
LXA000 Bounced landing	≥ 1 ft	≥3 ft	≥ 5 ft	Based on Average
LXX010 Short flare duration		≤ 3s	≤ 2s	FCTM landing flare profile
LXX011 Long flare duration		≥5s	≥8s	FCTM landing flare profile
LXX100 Unstable approach	-		≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recommendations
LX101 Unstable approach before go-around	-		≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recommendations
LXX999 Go-around			≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recommendations
<b>Approach and landing: Heading</b>				
LHX000 variation 500-50ft	≥15deg	≥20deg	≥25deg	Based on Average
LHX002 Heading variation touchdown to 60kts airspeed	≥2deg	≥3deg	≥5deg	Based on Average
<b>Approach and landing :ILS</b>				
LIG000 Glideslope deviation above the glideslope 1500-1000ft	≥0.5dot	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recommendations
LIG001 Glideslope deviation above the glideslope 1000-500ft	≥0.5dot	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recommendations

## Anexo A

LIG002 glideslope deviation above the glidescope 500-200ft	≥0.5dot	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIG010 Glideslope below the glidescope 1500-1000ft	≥0.5dot	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIG011 Glideslope deviation below the glidescope 1000-500ft	≥0.5dot	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIG012 Glideslope deviation below the glislope 500-200ft	-	≥0.75dot	≥0.5dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIL000 Localizer deviation 1500-1000ft	-	≥1dot	≥1.5dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIL001 Localizer deviation 1000-500 ft	≥0.5dot	≥0.75dot	≥1dot	FCTM stabilized approach recomendations
LIL002 Localizer deviation 500-200ft	≥0.5dot	≥0.75dot	≥1dot	FCTM stabilized approach recomendations
<b>Approach and landing: Landing gear</b>				
LLX000 Landing gear late extension			≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recomendations
LLX001 Landing gear late retraction during go-round	≥200ft	≥300ft	≥500ft	Based on Average
LLX010 Landing gear out of sequence	-	-	≥25deg	FCTM stabilized approach recomendations
<b>Approach and landing: Pitch</b>				
LPA000 Pitch high 1000-500ft	≥3 deg	≥4 deg	≥5 deg	Based on Average
LPA001 Pitch high 500-50ft	≥6 deg	≥8 deg	≥10 deg	
LPA002 Pitch high 50ft to touchdown	-	≥6 deg	≥7 deg	FCTM 6.17 Touchdown Body Attitudes
LPA010 Pitch low 1000-500ft	≤ -2.5 deg	≤ -3.5deg	≤ -4.5deg	FCTM 6.4 VASI landing geometry
LPA011 Pitch Low 500-20ft	≤ -2deg	≤ -2,5deg	≤ -3deg	737 FCTM Landing - Pitch and Roll Limit Conditions 6.35
LPA12 Pitch low 20ft to touchdown	≤ 1 deg	≤ 0.7 deg	≤ 0.5 deg	737 FCTM Landing - Pitch and Roll Limit Conditions 6.35
LPC000 Pitch cycling during final approach	≥2 cycles	≥3 cycles	≥4 cycles	-
<b>Approach and landing: Roll</b>				
LRA000 Roll high 1000-	≥±10.1deg	≥±11deg	≥±12deg	FCTM Raw Data

## Anexo A

300ft				
LRA001 Roll high 300-20ft	-	-	≥ 15 deg	FCTM contact angles
LRA002 Roll high 20ft to touchdown	-	-	≥11deg	FCTM contact angles
LRC000 Roll Cycling during final approach	≥2 cycles	≥3 cycles	≥4 cycles	-
<b>Approach and landing: Speed</b>				
LSA 202 Airspeed (relative) low at touchdown	-	≤ 0kt	≤ -10kt	FCTM 6.11 Normal Touchdown Attitude
LSA210 Airspeed (relative) low 1000-500ft (3 second)	-	≤ 0kt	≤ -10kt	FCTM 6.11 Normal Touchdown Attitude
LSA211 Airspeed (relative) low 500-20ft (3 seconds)	-	≤ 0kt	≤ -10kt	FCTM 6.11 Normal Touchdown Attitude
LSA 302 Airspeed (relative) high at touchdown	≥10kt	≥15kt	≥20kt	FCTM Recommended elements of a stabilized approach
LSA310 Airspeed (relative) high 1000-500ft (3 seconds)	≥10kt	≥15kt	≥20kt	FCTM Recommended elements of a stabilized approach
LSA311 Airspeed (relative) high 500-20ft (3seconds)	≥10kt	≥15kt	≥20kt	FCTM Recommended elements of a stabilized approach
LSA500 Airspeed high 10000-8000ft	-	≥250kt	≥340kt	FCTM descent rates
LSA501 Airspeed high 8000/5000ft	-	≥250kt	≥340kt	FCTM descent rates
LSA502 Airspeed high 5000/3000ft	-	≥250kt	≥340kt	FCTM descent rates
LSA503 Airspeed high 3000-1000ft	-	≥250kt	≥340kt	FCTM descent rates
LST000 Tailwind high during landing	-	-	≥15kt	FCOM limitations
<b>Approach and landing: vertical Speed</b>				
LVD000 Rate of descent high 3000-2000ft	≤ -2000fpm	≤ -2500fpm	≤ -3000fpm	FCTM descent rates
LVD001 Rate of descent high 2000-1000ft	≤ -1200fpm	≤ -1500fpm	≤ -1800fpm	FCTM descent rates
LVD002 Rate of descent high 1000-500ft	-	-	≤ -1000fpm	FCTM descent rates
LVD003 Rate of descent high 500-50ft	-	-	≤ -1000fpm	FCTM descent rates

## Anexo A

LVD004 rate of descent high 50ft to touchdown	≤ -800fpm	≤ -900fpm	≤ -1000fpm	FCTM descent rates
LVD005 Rate of descent high at touchdown	≤ -400fpm	≤ -500fpm	≤ -600fpm	FCTM descent rates
<b>Approach and landing: Warnings</b>				
LWG000 TAWS glideslope 1500-1000ft	-	-	≥1sec	-
LWG001 TAWS glideslope 1000-500ft	-	-	≥1 sec	-
LWG002 TAWS glideslope 500-200ft	-	-	≥1 sec	-
<b>Approach and landing: weight</b>				
LMX000 Landing weight high at touchdown (Kg)	-	-	≥66360 kg	FCOM limitations MLW

Tabela 20 Limite de parâmetros de manutenção para a aeronave Boeing 737-800

<b>Maintenance</b>				
<b>Ground: Engines</b>				
GET030 Engine gas temperature start high	-	-	≥725°C	AMM 71-00-00
<b>Ground:speed</b>				
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded	-	-	≥195kt	No limit
<b>Takeoff and initial climb: Engines</b>				
TEN100 Engine N1(takeoff) high	-	-	104%	AMM 71-00-00
TEN200 Engine N2(takeoff) high	-	-	105%	AMM 71-00-00
TET000 Engine gas temperature (takeoff) high	-	-	≥950°C	AMM 71-00-00
<b>Flight Acceleration</b>				
FGN000 Acceleration (normal) low with flaps retracted	-	-	≤ -1G	AMM 05-51-04
FGN001 Acceleration (normal) high with flaps retracted	-	-	≥2.5g	AMM 05-51-04
FGN010 acceleration (normal) low with flaps extended	-	-	≤ 0g	AMM 05-51-04

## Anexo A

FGN011 acceleration (normal) high with flaps extended	-	-	≥2g	AMM 05-51-04
<b>Flight: Altitude</b>				
FAS000 Maximum operating altitude exceeded	-	-	≥41000ft	FCOM limitations
<b>Flight: Engines</b>				
FEN120 engine N1(maximum continuous power) high	-	-	104%	AMM 71-00-00
FEN220 Engine N2/maximum continuous power) high	-	-	105%	AMM 71-00-00
FEO 000 Engine oil pressure high			≥60 psi	AMM 71-00-00
FEO001 Engine oil pressure low	-	-	≤ 13psi	AMM 71-00-00
FEO100 Engine oil temperature high	-	-	≥140 °C	AMM 71-00-00
FET020 Engine gas temperature (maximum continuous power) high	-	-	925°C	AMM 71-00-00
FEV100 Engine N1 vibration high	-	-	≥4units	AMM 71-00-00
FEV200 Engine N2 Vibration high	-	-	≥4units	AMM 71-00-00
FEX010 Engine fire warning	-	-	≥1 sec	FCOM warning
<b>Flight: speed</b>				
FSA401 Airspeed high with flap 1 including transition	-	-	≥250kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-08
FSA402 Airspeed high with flap 2 including transition	-	-	≥250kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-09
FSA405 Airspeed high with flap 5 including transition	-	-	≥250kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-10
FSA410 Airspeed high with flap 10 including transition	-	-	≥210kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-11
FSA415 Airspeed high with flap 15 including transition	-	-	≥200kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-12
FSA 425 Airspeed high with flap 25 including transition	-	-	≥190kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-13
FSA 430 airspeed high with flap 30 including transition	-	-	≥175kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-14
FSA 440 airspeed high with flap 40 including transition	-	-	≥162kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-15

## Anexo A

FSA900 Airspeed high during landing gear retraction	-	-	≥235kt	AMM 05-51-47 / AFM Certificate limitations
FSM901 Mach high during landing gear extension	-	-	≥270kt	AMM 05-51-48/ AFM Certificate limitations
FSM902 Mach high with landing gear extended	-	-	≥320kt	AMM 05-51-49/ AFM Certificate limitations
FSA999 Airspeed (VMO) exceeded			≥340kt	
FSM900 Mach high during landing gear retraction			≥0.82 M	FCOM airplane general, emergency equipment ,doors, windows - instrument panels 1.20.10
FSM901 Mach high during landing gear extension			≥0.82	FCOM airplane general, emergency equipment ,doors, windows - instrument panels 1.20.06
FSM902 Mach high with landing gear extended			≥0.82M	FCOM airplane general, emergency equipment ,doors, windows - instrument panels 1.20.06
FSM999 Mach (MMO) exceeded	-	-	≥0.84M	AFM certificate limitations / AMM 05-51-04
<b>Approach and landing: acceleration</b>				
LGN 000 acceleration (normal) high at touchdown(hardlanding)	-	-	≥2.1 G	AMM 05-51-04
<b>Approach and landing :Engines</b>				
LEN110 Engine N1(go-around)high	-	-	≥104%	AMM 71-00-00
LEN210 Engine N2 (go-around)high	-	-	≥105%	AMM 71-00-00
LET010 Engine gas temperature (go-around) high	-	-	950°C	AMM 71-00-00
<b>Approach and Landing: Weight</b>				
LMX000 Landing weight high at touchdown	-	-	≥66361 kg	AMM 05-51-35 / FCOM - Limitations

## Anexo A

Tabela 21 Limites de parâmetros de safety para as aeronaves Boeing 767-300

Event	Level 1	Level 2	Level 3	Reference
<b>Ground:Acceleration</b>				
GGL000 Acceleration ( lateral During Taxi on a Turn)	-	-	≥± 0.15G	-
<b>Ground:Engines</b>				
GER001 APU Fire Warning	-	-	≥ 1 Sec	FCOM Warning Systems
GET030 Engine Gas temperature	-	-	PW ≥535°C / GE ≥750 °C	71-00-00 page 218
<b>Ground:Speed</b>				
GSG000 High Speed During Taxing in a Turn	-	≥10kts	≥15kts	767 FCTM Ground Operations Taxi speed and Braking 2.5(metodo 3)
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded	-	-	≥196kts	AFM chapter 4
GSG001 GroundSpeed high During taxing in a straight Line	-	≥30kts	≥35kts	767 FCTM Ground Operations Taxi speed and Braking
<b>Takeoff &amp; initial Climb: Acceleration</b>				
TGN 000 Acceleration normal high during take-off	≥ 1.26G	≥ 1.31G	≥1.5G	Based on Average & AMM 05-51-04
<b>Takeoff &amp; initial Climb: Altitude</b>				
TAA000 height loss leftoff to 35ft	-	≥10 ft	≥20 ft	Based on Model 2
TAA001 height loss 35-1000ft	≥ 30 ft	≥ 40 ft	≥ 50 ft	Based on Model 2
TAA002 Heightloss 1000-2000ft	≥ 100 ft	≥ 150 ft	≥ 200 ft	Based on Model 2
<b>Take-off &amp; initial climb: configuration</b>				
TCF000 flaps retraction early after liftoff	-	≤ 800ft	≤400 ft	FCTM - Flap retraction Schedules
TCW001 Takeoff configuration flap warning	-	-	≥1seg	FCOM Chapter 15
TCW002 takeoff configuration parking brake warning	-	-	≥1seg	FCOM Chapter 15
TCW003 takeoff configuration soiler warning	-	-	≥1seg	FCOM Chapter 15
TCW004 take off configuration and stabilizer warning	-	-	≥1seg	FCOM Chapter 15
<b>Take-Off and initial climb: engines</b>				
TEN100 engine N1 (takeoff high)	≥104.5%	≥108%	≥117.5%GE ≥111.4%PW	Standby Engine Indications
TET 000 Engine Gas temperature (take-off) high °C	-	-	≥960GE ≥654PW	Standby Engine Indications

## Anexo A

TEN 190 Engine N1 low at TOGA during takeoff	-	-	≤50%	SP.10.4
<b>Take-Off and initial Climb: General</b>				
TXX000 rejected take-off	-	-	≥ 80 kts	FCTM Rejected takeoff decision
TXX001 Autopilot engaged early during take-off	-	-	≤ 400 ft	FCTM Takeoff Autopilot engagement
TXX02 Rejected take-off low speed	-	-	≤80	FCTM 3.2 Rejected takeoff decision
<b>Take-Off and initial climb: Heading</b>				
THX001 Heading deviation from runway above 80kts airspeed during takeoff	≥+ - 2°	≥+ - 3°	≥+ - 5°	-
takeoff and initial climb: landing gear				
TLX000 Landing gear late retraction	≥ 200 ft	≥ 300 ft	≥ 500 ft	Based on Average
<b>Take-off and Initial Climb: Pitch</b>				
TPA 000 Pitch high at liftoff	≥8.5 deg	≥9 deg	≥9.6 deg	FCTM 3.9 Typical Takeoff Tail Clearance
TPA001 pitch high at 35ft during take-off	≥ 16 deg	≥ 17 deg	≥ 18 deg	FCTM 3.9 Typical Takeoff Tail Clearance
TPA002 Pitch high 35 -400 ft	≥16 deg	≥17 deg	≥18 deg	Typical rotation FCTM
TPA003 Pitch High 400-1000	≥16 deg	≥17 deg	≥18 deg	Typical rotation FCTM
TPA011 Pitch low at 35ft during take off	≤10 deg	≤ 9 deg	≤ 8 deg	Typical rotation FCTM
TPA014 Pitch low 35 ft to climb acceleration start	≤10 deg	≤ 9 deg	≤ 8 deg	Based on Average
TPR000 Pitch rate (rotation) high during takeoff	≥3 deg/s	≥3.5deg/s	≥4.0deg/s	FCTM typical rotation
TPR002 Pitch rate low during takeoff		≤2 deg/s	≤1 deg/s	FCTM typical rotation
TPR001 Pitch rate (rotation) high during takeoff	≤2.5 deg/s	≤3deg/s	≤3.5 deg/s	Based on Average
<b>Take-off and initial climb: Roll</b>				
TRA000 Roll high liftoff to 20ft	≥ +- 1 deg	≥ +- 2 deg	≥ +- 3 deg	Based on average
TRA001 Roll high 20-400 ft	≥ +- 1 deg	≥ +- 2,5 deg	≥ +- 5 deg	Based on average
TRA002 Roll high 400-1000ft	≥ +-20 deg	≥ +-25deg	≥ +-30 deg	FCTM immediate turn after takeoff - all engines
<b>Take-off and initial climb: speed</b>				
TSA200 Airspeed relative low during lift off	≤14kts	≤10 kts	≤0 kts	FCTM - Takeoff profile/ V2 definition

## Anexo A

TSA201 Airspeed relative low at 35ft during takeoff	≤14kts	≤10 kts	≤0 kts	FCTM - Takeoff profile/ V2 definition
TSA210 Airspeed relative low at 35ft during takeoff	≤14kts	≤10 kts	≤0 kts	FCTM- Takeoff profile
TSA 300 Airspeed (relative) high at lift off	≥ 16kts	≥ 20kts	≥ 26kts	FCTM- Takeoff profile
TSA 301 Airspeed (relative) high at 35 ft during take off	≥ 16kts	≥20kts	≥26kts	FCTM- Takeoff profile
TSA 310 airspeed (relative) high 35-1000ft (3sec)	≥ 30	≥ 40	≥ 50	FCTM- Takeoff profile
TSA500 Airspeed high between 1000ft and 8000ft	-	≥ 250 kts	≥ 312 kts	SOPs General Information
TSA 501 Airspeed high 8000ft to 10 000ft	-	≥ 250 kts	≥ 300 kts	SOPs General Information
<b>Take-off and initial climb: Vertical Speed</b>				
TVC001 Rate of climb low 35ft to climb acceleration start	≤1000 fpm	≤750 fpm	≤500 fpm	Based onAverage
<b>Flight: Aceleration</b>				
AGT 100 Turbulence during flight	≥ 0.3 G	≥ 0.4 G	≥ 0.5 G	Based on Average
FNG 000 Acceleration normal low with flaps retracted	-	-	≤(-1)G	AMM 05-51-04
FGN001 Acceleration normal high with flaps retracted	-	-	≥ 2.5 G	AMM 05-51-04
FGN010 Acceleration normal low with flaps extended	-	-	≤ 0g	AMM 05-51-04
FGN011 Acceleration (normal) high with flaps extended	-	-	≥ 2.0 G	AMM 05-51-04
<b>Flight : Altitude</b>				
FAS000 Maximum Operating altitude exceeded	≥ 42100 ft	≥ 42600 ft	≥43200 ft	FCOM operation limitations
FAS001 Maximum operating altitude (flaps extended) exceeded	-	-	≥ 20 000 ft	Minimum maneuvering speed fcom 10.10.17
<b>Flight Configuration</b>				
FCB000 Speedbrake deployed with flaps extended	≥10 deg	≥15 deg	≥25 deg	Based on Average
FCB001 Speedbrake deployed with high engine trust	-	-	≥5 sec	Based on Average
<b>Flight : Engines</b>				
FEN 120 Engine N1 (maximum continuous power) high			≥117.5% / ≥111.4%	AMM 71-00-00
FET020 Engine Gas temperature (maximum continous power) high			Pw 629 / Ge≥ 925	AMM 71-00-00

## Anexo A

FEX 000 Engine Shutdown during flight			≥1 sec	-
FEX200 Fuel Quantity Imbalance	-	-	≥680kg	Weight and Balance Manual 1-22-001
FEX010 Engine Fire warning	-	-	≥1 sec	-
<b>Flight: Flying controls</b>				
FFR000 Rudder reversal	-	-	≥ 6.25 deg	based average
<b>Flight:Roll</b>				
FRA 000 Roll high above 1000 ft	≥±30deg	≥±35deg	≥±40deg	FCTM immediate turn after takeoff - all engines
<b>Flight: Speeds</b>				
FSA101 airspeed high with flap 1	-	-	≥250kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.11
FSA 105 Airseed high with flap 5	-	-	≥230kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.13
FSA110 Airspeed high with flap 10	-	-	≥210kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.14
FSA 120 AIRSPEED HIGH WITH FLAP 20	-	-	≥210kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.16
FSA 125 Airspeed high with flap 25	-	-	≥180kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.17
FSA 130 Airspeed high with flap 30	-	-	≥170kt	FCOM Flight Controls- Controls and indicatons 9.10.18
FSA 201 Airspeed relative low with flap 1	-	≤0kt	≤-5kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA 205 Airspeed (relative) low with flap 5	-	≤0kt	≤0kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA215 Airspeed relative low with flap 15	-	≤0kt	≤0kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA 220 Airspeed relative low with flap 20	-	≤0kt	≤0kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA 225 Airspeed relative low with flap 25	-	≤0kt	≤0kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA 230 Airspeed (relative) low with flap 30	-	-	≤-5kt	Flap maneuver speed 1.4 FCTM
FSA901 Airspeed high during landing gear extension	≥260kt	≥265kt	≥ 270 Kt	AFM 07-15-02
FSA999 Airspeed (VMO) exceeded	-	≥360kt	≥ 365 Kt	AFM 07-15-02

## Anexo A

FSA902 Airspeed high with landing gear extended	≥260kt	≥265kt	≥ 270 kt	AFM 07-15-02
FSM999 Mach (MMO) exceeded	-	-	≥ 0.86M	AFM 07-15-02
FSM901 Mach high during landing gear extension	-	-	≥ 0.82M	AFM 07-15-02
FSM902 Mach High with landing gear extended	-	-	≥ 0.82M	AFM 07-15-02
FSA999 Airspeed (VMO) exceeded			≥ 360kt	AFM 07-15-02
<b>Flight Warnings:</b>				
FWG201 TAWS terrain	-	-	≥ 1 Sec	FCOM Chapter 15
FWG202 Taws terrain ahead	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWG001 Taws general warning	-	-	≥ 1 Sec	FCOM chapter 15
FWG203 TAWS terrain ahead pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM chapter 15
FWGS205 Taws terrain pull up	-	-	≥ 1 Sec	FCOM Chapter 15
FWG207 TAWS too low terrain	-	-	≥ 1 Sec	FCOM Chapter 15
FWG401 TAWS windshear below 1500 ft	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWG500 Taws dont sink	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWG501 TAWS pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWG502 TAWS sink rate	-	-	≥ 1sec	FCOM Chapter 15
FWG503 TAWS too low flap	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWG504 TAWS too low gear	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWP000 Autopilot disengaged during cruise	≥ 31sec	≥ 30 sec	≥ 1800 sec	FCOM Chapter 15
FWT000 TCAS RA	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWT010 TCASTA	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWX001 Stick Shaker	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWX008 Overspeed	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
FWX006 Landing configuration gear warning	-	-	≥ 1 sec	FCOM Chapter 15
<b>Approach and landing: Acceleration</b>				
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hard landing)	≥ 1.6 G	≥ 1.7 G	≥ 1.8 G	AMM 05-51-01
LGT 100 Turbulence during approach	≥ 0.2G	≥ 0.3G	≥ 2G	AMM 05-51-01
<b>Approach and landing: Altitude</b>				
LAA001 Height low 1 minute to touchdown	≤600ft	≤550ft	≤500ft	Based on Average
LAA002 Height low 2 minutes to touch down	≤1000ft	≤800ft	≤700ft	Based on Average
LAA011 Height high 1 minute to touchdown	≥ 1200ft	≥ 1300ft	≥ 1500ft	Based on Average

## Anexo A

LAA012 heigh high 2 minutes to touchdown	≥ 2100ft	≥ 2300ft	≥ 2500ft	Based on Average
<b>Approach and landing: Configuration</b>				
LCB000 Speedbrake deployed during final approach	-	-	≥ 1 sec	FCTM speed Break
LCF000 Flap movement late during approach	-	-	≤1000ft	FCTM stabilize approach
LCF001 Flap non standard at touchdown	-	-	≤25deg	FCTM Normal touchdown attitude
<b>Approach and landing: Engines</b>				
LEF000 Fuel quantity low at touchdown			≤5000kg	SOPs 2.10
LEN110 Engine N1 (go-around) high			≥ 111.4%(pw) ≥ 117.5% (GE)	AMM 71-00-00
LEN 152 Engine N1 low 500-50ft (5 seconds)	≤50%	≤45%	≤40%	AFM certificate limitations
LEN160 Engine N1 high during approach	≥ 95%	≥ 100%	≥ 105%	AFM certificate limitations
LER010 Engine reverse thrust high at low groundspeed	≤65 Kts	≤55 kts	≤45 kts	FCTM Reverse thrust operation
LET010 Engine Gas temperature (go-around) high			≥ 960°C GE / 654°C PW	FCOM Standby Engine Indications
<b>Approach and landing: flying controls</b>				
LFC000 Throttle cycling during final approach	≥ 2 cycles	≥ 3 cycles	≥ 4 cycles	Based on Average
<b>Approach and landing : General</b>				
LXA000 Bounced landing	≥ 1 ft	≥ 5 ft	≥ 6 ft	-
LXX010 Short flare duration	≤4s	≤3s	≤2s	FCTM Landing Flare
LXX011 Long flare duration	≥ 8 s	≥ 9 s	≥ 10 s	FCTM Landing Flare
LXX100 Unstable approach	-	≤1000ft	≤500ft	FCTM stabilized approach recommendations
LX101 Unstable approach before go-around	≤1000ft	≤500ft	-	FCTM stabilized approach recommendations
LXX999 Go-around	≤3000ft	≤2000ft	≤1000ft	FCTM stabilized approach recommendations
<b>Approach and landing: Heading</b>				
LHX000 variation 500-50ft	≥ 15 deg	≥ 20 deg	≥ 25 deg	Based on Average
LHX002 Heading variation touchdown to 60kts airspeed	≥ 3 deg	≥ 4 deg	≥ 5 deg	Based on average
<b>Approach and landing:ILS</b>				

## Anexo A

LIG000 Glideslope deviation above the glideslope 1500-1000ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIG001 Glideslope deviation above the glideslope 1000-500ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIG002 glideslope deviation above the glidescope 500-200ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIG010 Glideslope below the glidescope 1500-1000ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIG011 Glideslope deviation below the glidescope 1000-500ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIG012 Glideslope deviation below the glislope 500-200ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIL000 Localizer deviation 1500-1000ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIL001 Localizer deviation 1000-500 ft	≥ 0.5 dot	≥ 0.75 dot	≥ 1 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
LIL002 Localizer deviation 500-200ft	≥ 0,5 dot	≥ 0.7 dot	≥ 1 dot	FCTM Recomend elements of a stabilized approach
<b>Approach and landing: Landing gear</b>				
LLX000 Landing gear late extension	-	-	≤800ft	FCTM visual traffic patern
LLX001 Landing gear late retraction during go-round	≥ 100 ft	≥ 200 ft	≥ 300 ft	-
LLX010 Landing gear out of sequence	-	-	≥ 25 deg	FCTM visual traffic patern
<b>Approach and landing: Pitch</b>				
LPA000 Pitch high 1000-500ft	≥ 3 deg	≥ 4 deg	≥ 5deg	FCTM landing flare profile
LPA001 Pitch high 500-50ft	≥ 3 deg	≥ 4 deg	≥ 5deg	FCTM landing flare profile
LPA002 Pitch high 50ft to touchdown	≥ 7 deg	≥ 8 deg	≥9deg	FCTM landing dlare profile
LPA010 Pitch low 1000-500ft	≤-1.5deg	≤ -2.5 deg	≤-3.5 deg	FCTM landing dlare profile
LPA011 Pitch Low 500-20ft	≤-2 deg	≤-3 deg	≤-4 deg	FCTM landing dlare profile
LPA12 Pitch low 20ft to touchdown	≤ 1 deg	≤ 0.7deg	≤0.5deg	FCTM landing dlare profile

## Anexo A

LPC000 Pitch cycling during final approach	≥ 2 cycles	≥ 3 cycles	≥ 4 cycles	-
<b>Approach and landing: Roll</b>				
LRA000 Roll high 1000-300ft	≥+- 25 deg	≥ +- 30 deg	≥ +- 35deg	Steep turns FCTM
LRA001 Roll high 300-20ft	≥+- 10deg	≥+- 13deg	≥+-16 deg	FCTM contact angles
LRA002 Roll high 20ft to touchdown	≥+- 6deg	≥+- 7deg	≥+-8deg	FCTM contact angles
LRC000 Roll Cycling during final approach	≥ 2 cycles	≥3 cycles	≥ 4 cycles	Based on average
<b>Approach and landing: Speed</b>				
LSA 202 Airspeed (relative) low at touchdown	≤0 kt	≤-5 kt	≤-10 kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA210 Airspeed (relative) low 1000-500ft ( 3 second)	≤5 kt	≤0 kt	≤-5 kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA211 Airspeed (relative) low 500-20ft (3 seocnds)	≤10 kt	≤ 15 kt	≤ 20kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA 302 Airspeed (relative) high at touchdown	≥ 25 kt	≥ 30 kt	≥ 35 kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA310 Airspeed (relative) high 1000-500ft (3 seconds)	≥ 25 kt	≥ 30 kt	≥ 35 kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA311 Airspeed (relative) high 500-20ft (3seconds)	≥ 20 kt	≥ 25 kt	≥30kt	FCTM - Recommended elements of a stabilized approach
LSA500 Airspeed high 10000-8000ft	-	≥ 250 kt	≥ 310kt	FCTM Acceleration to and Deceleration from VMO
LSA501 Airspeed high 8000/5000 ft	-	≥ 250kt	≥ 310kt	FCTM Acceleration to and Deceleration from VMO
LSA502 Airspeed high 5000/3000 ft	-	≥ 250kt	≥ 310kt	FCTM Acceleration to and Deceleration from VMO
LSA503 Airspeed high 3000-1000ft	-	≥ 250kt	≥ 250kt	FCTM Acceleration to and Deceleration from VMO
LST000 Tailwind high during landing	-	≥ 11kt	≥ 16kt	FCOM limitations
<b>Approach and landing: vertical Speed</b>				
LVD000 Rate of descent high 3000-2000ft	≤-2300 fpm	≤-2600 fpm	≤-2800fpm	-
LVD001 Rate of descent high 2000-1000ft	≤-1200 fpm	≤-1500 fpm	≤-1800 fpm	-

## Anexo A

LVD002 Rate of descent high 1000-500ft	≤-800 fpm	≤-900 fpm	≤-1100fpm	Stabilized approach recomendations FCTM
LVD003 Rate of descent high 500-50ft	≤-800 fpm	≤-900 fpm	≤-1000fpm	Stabilized approach recomendations FCTM
LVD004 rate of descent high 50ft to touchdown	-	-	≤-1000 fpm	Stabilized approach recomendations FCTM
LVD005 Rate of descent high at touchdown	≤-150 fpm	≤200 fpm	≤-250 fpm	Based on Average
<b>Approach and landing: Warnings</b>				
LWG000 TAWS glideslope 1500-1000ft	-	-	≥ 1 sec	-
LWG001 TAWS glideslope 1000-500ft	-	-	≥ 1 sec	-
LWG002 TAWS glideslope 500-200 ft	-	-	≥ 1 sec	-
<b>Approach and landing: weight</b>				
LMX000 Landing weight high at touchdown (Kg)	≥ 144000 kg	≥ 145000 kg	≥ 145149 kg / CS-TLZ ≥147871kg	FCOM limitations

Tabela 22 Limites de parâmetros de manutenção para as aeronaves Boeing 767-300

<b>Maintenance</b>				
<b>Ground: Engines</b>				
GER001 APU Fire Warning	-	-	≥1sec	
GET030 Engine gas temperature star high	-	-	(pw)≥ 535°C / (Ge) ≥ 750°C	AMM 71-00-00
<b>Ground:speed</b>				
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded	-	-	≥ 195 kt	AFM Chapter 4
<b>Takeoff and initial climb: Engines</b>				
TEN100 Engine N1(takeoff) high	-	-	PW≥ 111.4% / GE ≥ 117.5	AMM 71-00-00
TEN200 Engine N2(takeoff)high	-	-	(GE ≥ 113%) (PW ≥ 105.5)	AMM 71-00-00
TET000 Engine gas temperature(takeoff) high	-	-	(≥ 654°C PW) / (≥ 960°C GE)	AMM 71-00-00
<b>Flight: Acceleration</b>				

## Anexo A

FGN000 Acceleration (normal) low with flaps retracted	-	-	≤-1 G	05-51-04 Pag 201
FGN001 Acceleration (normal) high with flaps retracted	-	-	≥ 2.5 G	05-51-04 Pag 201
FGN010 acceleration (normal) low with flaps extended	-	-	≤0 G	05-51-04 Pag 201
FGN011 acceleration (normal) high with flaps extended	-	-	≥ 2 G	05-51-04 Pag 201
<b>Flight:Altitude</b>				
FAS000 Maximum operating altitude exceeded	-	-	≥ 43100 ft	FCOM operations limitations
<b>Flight:Engines</b>				
FEN 120 Engine N1 (maximum continuous power) high	-	-	(≥ 111.4% pw)/ (≥ 117.5%GE)	AMM71-00-00
FEN 220 Engines N2 (maximum continuous power) high	-	-	(pw ≥ 105.5%) / (GE≥ 112.5%)	AMM71-00-00
FEO000 Engine oil pressure high	-	-	No limit PW / GE ≥ 74	AMM 71-00-00
FEO001 Engine oil pressure low	-	-	(GE≥ 9.5 psi) (PW between 30 and 70psi)	AMM 71-00-00
FEO100 Engine oil temperature high	-	-	(GE≥ 160°C) (PW≥ 163)	AMM 71-00-00
FET020 Engine gas temperature (maximum continuous power) high	-	-	(GE≥ 940) (PW≥ 629)	EASA TCDC Pw-4000 / EASA TCDC GE CF6-80E4 / AMM71-00-00 page 230
FEV100 Engine N1 vibration high	-	-	≥ 4.0 units	AMM 71-00-00
FEV101 Engine vibration A high	-	-	≥ 4.0 units	AMM 71-00-00
FEV200 Engine N2 vibration high	-	-	≥ 2.5 units	AMM 71-00-00
FEV201 Engine vibration B high	-	-	≥ 4.0	-
FEV301 Engine Vibration C high	-	-	≥ 4.0	-
FEV400 Engine broadband vibration	-	-	PW ≥ 3.0 / GE ≥ 4 Units	AMM 71-00-00
FEX200 Fuel quantity imbalance	-	-	≥ ±680 kg	Weight and Balance Manual
FEX010 Engine fire warning	-	-	≥ 1 s	-
<b>Flight:speed</b>				
FSA401 Airspeed high with flap1 including transition	-	-	≥ 250kt	AFM 07-15-02/ AMM 05-51-08

## Anexo A

FSA405 Airspeed high with flap 5 including transition	-	-	≥ 230KT	AFM 07-15-02/ AMM 05-51-08
FSA415 Airspeed high with flap 15 including transition	-	-	≥ 210kt	AFM 07-15-02/ AMM 05-51-08
FSA425 Airspeed high with flap 25 including transition	-	-	≥ 180kt	AFM 07-15-02/ AMM 05-51-08
FSA430 Airspeed high with flap 30 including transition	-	-	≥ 170kt	AFM 07-15-02/ AMM 05-51-08
FSA900 Airspeed high during landing gear retraction	-	-	≥ 270kt	AFM 07-15-07
FSA901 Airspeed high during landing gear extension	-	-	≥ 250kt	AFM 07-15-08
FSA902 Airspeed high with landing gear extended	-	-	≥ 270 kt	AFM 07-15-09
FSA999 Airspeed (VMO) exceeded	-	-	≥ 360 kt	AFM 07-15-10
FSM900 Mach high during landing gear retraction	-	-	≥ 0.82M	AFM 07-15-11
FSM901 Mach high during landing gear extension	-	-	≥ 0.75M	AFM 07-15-12
FSM902 Mach high with landing gear extended	-	-	≥ 0.82	AFM 07-15-13
FSM999 Mach (MMO) exceeded	-	-	≥ 0.91 M	AMM 05-51-04
<b>Approach and landing : Acceleration</b>				
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hardlanding)	-	-	≥ 1.8 G	AMM 05-51-01
<b>Approach and landing: Engines</b>				
LEN110 Engine N1(go-around)high	-	-	(pw ≥ 111.4%) (GE ≥ 117.5)	AMM 71-00-00
LEN210 Engine N2(go-around) high	-	-	(pw ≥ 105.5%) / (GE ≥ 112.5%)	AMM 71-00-00
LET010 Engine gas temperature (go-around)high	-	-	(pw ≥ 650°C) (GE ≥ 960°C)	AMM 71-00-00
<b>Approach and landing :weight</b>				
LMX000 Landing weight high at touchdown	-	-	≥ 146285kg / CS-TLZ ≥149007kg	AMM 05-51-01

Tabela 23 Limites de parâmetros de *Safety* para a aeronave Boeing 777-200

Event	Level 1	Level 2	Level 3	Reference
<b>Ground:Aceleration</b>				
GGL000 Aceleration ( lateral During Taxi on a Turn)	-	-	≥± 0.15G	Based on Average
<b>Ground:Engines</b>				
GER001 APU Fire Warning	-	-	≥ 1 Sec	FCOM warning systems - fire protecion
GET030 Engine Gas temperature	-	-	≥700 °C	AMM 71-00-00
<b>Ground:Speed</b>				
GSG000 High Speed During Taxing in a Turn	-	≥10kt	≥15kt	777 FCTM Ground Operations Taxi speed and Braking
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded	-	-	≥204kt	AFM certificate limitations
GSG001 GroundSpeed high During taxing in a straight Line	-	≥30kt	≥35kt	777 FCTM Ground Operations Taxi speed and Braking
<b>Takeoff &amp; initial Climb: Acceleration</b>				
TGN 000 Acceleration normal high during take-off	≥1.28G	≥1.32	≥1.5 g	average based / AMM 05-51-04
<b>Takeoff &amp; initial Climb: Altitude</b>				
TAA000 height loss liftoff to 35ft	-	≥10 ft	≥20 ft	Based on Average
TAA001 height loss 35-1000ft	≥ 30 ft	≥ 40 ft	≥ 50 ft	Based on Average
TAA002 Heightloss 1000-2000ft	≥ 100 ft	≥ 150 ft	≥ 200 ft	Based on Average
<b>Take-off &amp; initial climb: configuration</b>				
TCF000 flaps retraction early after liftoff	-	≤800 ft	≤400 ft	FCTM Flap Retraction schedule
TCW000 Takeoff configuration flap warning	-	-	≥1seg	FCOM Chapter 15
<b>Take-Off and initial climb: engines</b>				
TEN100 engine N1 (takeoff high)	-	-	≥ 100.6%	FCOM Takeoff %N1 - Performance in flight
TET 000 Engine Gas temperature (take-off) high °C	-	-	≥900 °C	AMM 71-00-00
<b>Take-Off and initial Climb: General</b>				

## Anexo A

TXX000 rejected take-off	-	-	≥ 80 kt	FCTM 3.2 Rejected takeoff decision
TXX001 Autopilot engaged early during take-off			≤ 200 ft	FCTM - TO & initial climb autopilot engagement
TXX02 Rejected take-off low speed	-	-	≤80	FCTM 3.2 Rejected takeoff decision
<b>Take-Off and initial climb: Heading</b>				
THX001 Heading deviation from runway above 80kt airspeed during takeoff	≥+ - 2°	≥+ - 3°	≥+ - 5°	Based on Average
<b>Takeoff &amp; Initial Climb: Landing Gear</b>				
TLX000 Landing gear late retraction	≥ 200 ft	≥ 350 ft	≥ 500 ft	Based on average
<b>Take-off and Initial Climb: Pitch</b>				
TPA 000 Pitch high at liftoff	≥ 9.6°	≥ 11 °	≥ 12.1 °	FCTM -Typical Takeoff Tail Clearance
TPA001 pitch high at 35ft during take-off	≥ 16 deg	≥ 17 deg	≥ 18 deg	FCTM typical rotation 3.7
TPA002 Pitch high 35 -400 ft	≥18deg	≥19deg	≥20deg	FCTM 3.35 typical rotation
TPA003 Pitch High 400-1000	≥18 deg	≥19 deg	≥20 deg	Based on Average
TPA011 Pitch low at 35ft during take off	≤ 10 °	≤ 9.0 °	≤ 8°	FCTM -Rotation and liftoff
TPA014 Pitch low 35 ft to climb acceleration start	≤10deg	≤9 deg	≤8deg	FCTM -Rotation and liftoff
TPR000 Pitch rate (rotation) high during takeoff	≥3.0deg/s	≥3.5deg/s	≥4.0deg/s	FCTM -Rotation and liftoff
TPR002 Pitch rate low during takeoff	-	≤2 deg/s	≤1 deg/s	FCTM - Rotation and liftoff
TPR003 Pitch rate (negative) during takeoff	≤0 deg/s	≤-0.5	≤-1	FCTM -Rotation and liftoff
TPR004 Pitch rate high 35ft to acceleration start	≥2deg/s	≥2.5deg/s	≥3deg/s	FCTM -Rotation and liftoff
TRP001 Pitch rate high 35-1000ft	≥2.5 deg/s	≥3deg/s	≥3.5 deg/s	FCTM -Rotation and liftoff
<b>Take-off and initial climb: Roll</b>				
TRA000 Roll high liftoff to 20ft	≥ +- 1 deg	≥ +- 2 deg	≥ +- 3 deg	Based on Average
TRA001 Roll high 20-400 ft	≥ +- 1 deg	≥ +- 2.5deg	≥ +- 5 deg	Based on Average
TRA002 Roll high 400-1000ft	≥+- 20 deg	≥25 deg	≥ +- 30 deg	FCTM 3.28 : Immediate Turn after takeoff
<b>Take-off and initial climb: speed</b>				
TSA200 Airspeed relative low during lift off		≤0 kt	≤-5 kt	Based on Average
TSA201 Airspeed (relative) low at 35ft during takeoff	≤14 kt	≤10 kt	≤0kt	FCTM Rotation and liftoff
TSA 213 airspeed (relative) low 35ft to climb acceleration start (3seconds)	≤14 kt	≤10 kt	≤0kt	FCTM Rotation and liftoff
TSA 300 Airspeed (relative) high at lift off	≥ 16kt	≥ 20kt	≥ 26kt	FCTM Rotation and liftoff

## Anexo A

TSA 301 Airspeed (relative) high at 35 ft during take off	≥ 17kt	≥ 20kt	≥ 26kt	FCTM Rotation and liftoff
TSA 313 airspeed (relative) high 35 ft to climb acceleration start (3sec)	≥ 30kt	≥ 40kt	≥ 60kt	Based on Average
TSA500 Airspeed high between 1000ft and 8000ft	-	≥ 250 kt	≥ 312 kt	FCTM - Climb Speed Determination
TSA 501 Airspeed high 8000ft to 10 000ft	-	≥ 250 kt	≥ 312 kt	FCTM - Climb Speed Determination
<b>Take-off and initial climb: Vertical Speed</b>				
TVC000 Rate of climb low 35ft to climb acceleration start	≤1000fpm	≤750fpm	≤500fpm	Based on Average
<b>Flight: Aceleration</b>				
AGT 100 Turbulence during flight	≥ 0.3G	≥0.4G	≥ 0.5 G	Based on Average (limit AMM 05-51-04)
FNG 000 Acceleration normal low with flaps retracted	-	-	≤(-1)G	AMM 05-51-04
FGN001 Acceleration normal high with flaps retracted	-	-	≥ 2.5 G	AMM 05-51-04
FGN010 Acceleration normal low with flaps extended	-	-	≤ 0g	AMM 05-51-04
FGN011 Acceleration (normal) high with flaps extended	-	-	≥ 2.0 G	AMM 05-51-04
<b>Flight : Altitude</b>				
FAS000 Maximum Operating altitude exceeded	-	-	≥ 43200 ft	FCOM operational limits
FAS001 Maximum operating altitude (flaps extended) exceeded	-	-	≥ 20000 ft	FCOM minimum maneuvering speed
FAS010 Level Bust/altitude exceedance	-	-	≥ 200 ft	Level Bust definition
<b>Flight: Configuration</b>				
FCB000 Speedbrake deployed with flaps extended			≥15 deg	-
FCB001 Speedbrake deployed with high engine trust	-	-	≥ 5 sec	Based on average
<b>Flight : Engines</b>				
FEE005 Engine EPR redline exceedance			≥ 2 sec	-
FEN 120 Engine N1 (maximum continuous power) high			≥ 100.6%	AMM 71-00-00
FET 005 Engine GAS Temperature redline exceedance			≥ 2 sec	-
FET020 Engine Gas temperature (maximum continuous power) high			≥ 850 °c	AMM 71-00-00
FEX 000 Engine Shutdown during flight			≥ 1 sec	-
FEX210 Fuel quantity low warning			≥ 1 sec	-

## Anexo A

FEX200 Fuel quantity imbalance	≥±1360kg	≥±1360kg	≥±1360kg	Weight and Balance C&L manual, Fuel Management, Lateral Fuel Imbalance 1-22-002
<b>Flight: Flying controls</b>				
Ruder reversal	-	-	≥6,25 °	-
<b>Flight:Roll</b>				
FRA 000 Roll high above 1000 ft	≥± 20 Deg	≥± 25 deg	≥ ±40Deg	FCTM imediate turn after takeoff 3.27
<b>Flight: Speeds</b>				
FSA101 airspeed high with flap 1	-	-	≥255kt	AFM certificate limitations
FSA 105 Airseed high with flap 5	-	-	≥235kt	AFM certificate limitations
FSA115 Airspeed high with flap 15	-	-	≥215kt	AFM certificate limitations
FSA 120 AIRSPEED HIGH WITH FLAP 20	-	-	≥195k	AFM certificate limitations
FSA 125 Airspeed high with flap 25	-	-	≥185kt	AFM certificate limitations
FSA 130 Airspeed high with flap 30	-	-	≥170kt	AFM certificate limitations
FSA 201 Airspeed relative low with flap 1		≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA 205 Airspeed (relative) low with flap 5	-	≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA215 Airspeed relative low with flap 15	-	≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA 220 Airspeed relative low with flap 20	-	≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA 225 Airspeed relative low with flap 25	-	≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA 230 Airspeed (relative) low with flap 30	-	≤ 0 Kt	≤ -5 Kt	Based on average
FSA900 Airspeed high during landing gear retraction	-	≥200 kt	≥270 kt	AFM certificate limitations
FSA901 Airspeed high during landing gear extension	-	≥200 kt	≥ 270 kt	AFM certificate limitations
FSA902 Airspeed high with landing gear extended	-	≥200 kt	≥270 kt	AFM certificate limitations
FSA998 Airspeed (relative VMO) exceeded	-	-	≥ 0.00 kt	-
FSM900 Mach high during landing gear retraction	-	-	≥ 0.82	AFM certificate limitations
FSM901 Mach high during landing gear extension	-	≥ 200kt	≥ 270kt	AFM certificate limitations
FSM902 Mach High with landing gear extended	-	-	≥ 0.82	AFM certificate limitations

## Anexo A

FSM999 Mach (relative MMO) exceeded	-	-	≥ 0.87M	AFM certificate limitations
FSM998 Mach (relative MMO) exceeded			≥ 0.00 M	-
<b>Flight Warnings:</b>				
FWG201 TAWS terrain	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG202 Taws terrain ahead	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG001 Taws general warning	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG203 TAWS terrain ahead pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWGS205 Taws terrain pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG207 TAWS too low terrain	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG401 TAWS windshear below 1500 ft	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG500 Taws dont sink	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG501 TAWS pull up	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG502 TAWS sink rate	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG503 TAWS too low flap		-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWG504 TAWS too low gear	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWP000 Autopilot disengaged during cruise	≥ 1s	≥30s	≥ 1800 sec	-
FWT000 TCAS RA	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWT010 TCASTA	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWX001 Stick Shaker	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWX008 Overspeed	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
FWX006 Landing configuration gear warning	-	-	≥ 1 sec	FCOM System description
<b>Approach and landing: Acceleration</b>				
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hard landing)	≥1.5G	≥1.8 G	≥ 2.1 G	05-51-01
LGO 000 Excessive Braking	≤ -0.45 G	≤ -0.5 G	≤ -0.55 G	-
LGT 100 Turbulence during approach	≥ 0.3G	≥ 1G	≥ 2G	05-51-04
<b>Approach and landing: Altitude</b>				
LAA001 Height low 1 minute to touchdown	≤ 600 ft	≤ 550ft	≤ 500ft	Based on average
LAA002 Height low 2 minutes to touch down	≤ 1000 ft	≤ 800 ft	≤ 700 ft	Based on average
LAA011 Height high 1 minute to touchdown	≤ 1200 ft	≤ 1300 ft	≤ 1500 ft	Based on average
LAA012 heigh high 2 minutes to touchdown	≤ 2100 ft	≤ 2300 ft	≤ 2500 ft	Based on average
<b>Approach and landing: Configuration</b>				
LCB000 Speedbrake deployed during final approach	-	-	≥1 Sec	FCTM speed brake
LCF000 Flap movement late during approach	-	-	≤ 1000 ft	FCTM stabilized approach recomendations 5.4
LCF001 Flap non standard at touchdown	-	-	≤20 deg	FCTM Normal touchdown attitude

## Anexo A

<b>Approach and landing: Engines</b>				
LEF000 Fuel quantity low at touchdown			≤ 7000 kg	SOPs 2.1
LEN110 Engine N1 (go-around) high			≥100.6%	FCOM performance in flight PI.14.5
LEN 152 Engine N1 low 500-50ft (5 seconds)			≥ 55 %	FCTM Initial takeoff roll (idle)
LEN 153 Engine N1 low 1000-500 ft (5 sec)			≥ 55 %	FCTM Initial takeoff roll (idle)
LEN160 Engine N1 high during approach			≥ 100.6%	FCTM Initial takeoff roll (idle)
LER010 Engine reverse thrust high at low groundspeed	≤ 55 kt	≤ 50 kt	≤ 45 kt	FCTM 6.37 reverse thrust operation
LET010 Engine Gas temperature (go-around) high	-	-	≥ 900 °C	EASA.E.047 Trent 800
<b>Approach and landing: flying controls</b>				
LFC000 Throttle cycling during final approach	≥ 2 cycles	≥ 3 cycles	≥ 4 cycles	-
<b>Approach and landing : General</b>				
LXA000 Bounced landing	≥ 1 ft	≥ 3 ft	≥ 5 ft	-
LXX000 Touchdown Long	≥ 600m	≥ 700m	≥800m	FCTM Landing Flare Profile
LX001 Touchdown short	≤ 300m	≤ 200m	≤ 100m	FCTM Landing Flare Profile
LXX010 Short flare duration	≤ 4s	≤ 3s	≤ 2s	FCTM Landing Flare Profile
LXX011 Long flare duration	≥ 8 s	≥9 s	≥ 10 s	FCTM Landing Flare Profile
LXX100 Unstable approach	-	≥ 1000ft	≥ 500ft	FCTM stabilized approach recommendations 5.4
LX101 Unstable approach before go-around			≤ 1000 ft	FCTM stabilized approach recommendations 5.5
LXX999 Go-around	≤ 3000ft	≤ 2000ft	≤ 1000ft	FCTM stabilized approach recommendations 5.5
<b>Approach and landing: Heading</b>				
LHX000 variation 500-50ft	≥ 15 °	≥ 20 °	≥ 25°	Based on Average
LHX002 Heading variation touchdown to 60kt airspeed	≥ 2	≥ 3	≥ 5	Based on Average
<b>Approach and landing: ILS</b>				
LIG000 Glideslope deviation above the glideslope 1500-1000ft	≥ 0.5 dot	≥ 1 dot	≥ 1.5 dot	FCTM recommended elements of a stabilized approach
LIG001 Glideslope deviation above the glideslope 1000-500ft	≥ 0.5dot	≥ 1dot	≥ 1.5dot	FCTM recommended elements of a stabilized approach

## Anexo A

LIG002 glideslope deviation above the glidescope 500-200ft	≥ 0.5dot	≥ 1dot	≥ 1.5dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIG010 Glideslope below the glidescope 1500-1000ft	≥ 0.5dot	≥ 1dot	≥ 1.5dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIG011 Glideslope deviation below the glidescope 1000-500ft	≥ 0.5dot	≥ 1dot	≥ 1.5dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIG012 Glideslope deviation below the glislope 500-200ft	≥ 0.5dot	≥ 1 dot	≥ 1.5dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIL000 Localizer deviation 1500-1000ft	≥ 0.5dot	≥ 0.75 dot	≥ 1dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIL001 Localizer deviation 1000-500 ft	≥ 0.5dot	≥ 0.75dot	≥ 1dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
LIL002 Localizer deviation 500-200ft	≥ 0.5dot	≥ 0.75dot	≥ 1dot	FCTM recomend elements of a stabilized approach
<b>Approach and landing: Landing gear</b>				
LLX000 Landing gear late extension	≤ 1200 ft	≤ 1000 ft	≤800 ft	FCTM 5.59 visual trAffic patern
LLX001 Landing gear late retraction during go-round	≥ 500 ft	≥ 1000ft	≥ 1500 ft	based on average
LLX010 Landing gear out of sequence			≥ 25 °	-
<b>Approach and landing: Pitch</b>				
LPA000 Pitch high 1000-500ft	-	-	≥ 2 °	6.10 FCTM
LPA001 Pitch high 500-50ft	-	-	≥ 2.4 °	FCTM 5.22
LPA002 Pitch high 50ft to touchdown	-	≥ 5 °	≥ 10 °	FCTM touchdown body atitude
LPA010 Pitch low 1000-500ft	-	-	≤ 1°	6.10 FCTM
LPA011 Pitch Low 500-20ft	-	-	≤ 1.9 °	FCTM 5.22
LPA12 Pitch low 20ft to touchdown	-	-	≤ 4	6.10 FCTM
LPC000 Pitch cycling during final approach	-	-	≥ 4 cycles	-
<b>Approach and landing: Roll</b>				
LRA000 Roll high 1000-300ft	≥ +- 10.1 deg	≥ +- 11 deg	≥ +-12 deg	FCTM Raw data
LRA001 Roll high 300-20ft	-	-	≥ +- 16	FCTM contact angles - normal landing
LRA002 Roll high 20ft to touchdown	-	-	≥ +-2.1 deg	FCTM contact angles - normal landing
LRC000 Roll Cycling during final approach	-	-	≥ 4 cycles	-
<b>Approach and landing: Speed</b>				

## Anexo A

LSA 202 Airspeed (relative) low at touchdown	-	-	≤-10 kt	FCTM normal touchdown attitude
LSA210 Airspeed (relative) low 1000-500ft ( 3 second)	≤ 5 kt	≤ 0 kt	≤ - 5 kt	FCTM elements of a stabilized approach
LSA211 Airspeed (relative) low 500-20ft (3 seocnds)	≤ 5 kt	≤ 0 kt	≤ -5 kt	FCTM elements of a stabilized approach
LSA 302 Airspeed (relative) high at touchdown	≥ 10 kt	≥ 15 Kt	≥20 kt	FCTM elements of a stabilized approach
LSA310 Airspeed (relative) high 1000-500ft (3 seconds)	≥ 25	≥ 30	≥ 35	FCTM elements of a stabilized approach
LSA311 Airspeed (relative) high 500-20ft (3seconds)	≥ 20	≥ 25	≥ 30	FCTM elements of a stabilized approach
LSA500 Airspeed high 10000-8000ft	-	250 kt	310 kt	FCTM Descent rates
LSA501 Airspeed high 8000/5000 ft	-	250 kt	310 kt	FCTM Descent rates
LSA502 Airspeed high 5000/3000 ft	-	250 kt	310	FCTM Descent rates
LSA503 Airspeed high 3000-1000ft	-	-	250 kt	FCTM Descent rates
LSG000 Delayed braking after touchdown	≥ 10 s	≥ 15s	≥ 20s	-
LST000 Tailwind high during landing	-	-	≥ 15 kt	FCOM limitations
<b>Approach and landing: vertical Speed</b>				
LVD000 Rate of descent high 3000-2000ft	≤-2300fpm	≤-2600 fpm	≤-2800 fpm	FCTM Descent Rates
LVD001 Rate of descent high 2000-1000ft	≤-1200 fpm	≤-1500 fpm	≤-1800 fpm	FCTM Descent Rates
LVD002 Rate of descent high 1000-500ft	≤-800 fpm	≤-900fpm	≤-1000 fpm	FCTM Stabilized approach recomendations
LVD003 Rate of descent high 500-50ft	-	-	≤-1000 fpm	FCTM Stabilized approach recomendations
LVD004 rate of descent high 50ft to touchdown	-	-	≤150fpm	Stabilized approach recomendations 5.4 FCTM
LVD005 Rate of descent high at touchdown	-	-	≥ 150 fpm	FCTM Normal touchdown attitude
<b>Approach and landing: Warnings</b>				
LWG000 TAWS glideslope 1500-1000ft	-	-	≥1 Sec	FCOM 15 Warning Systems
LWG001 TAWS glideslope 1000-500ft	-	-	≥1 Sec	FCOM 15 Warning Systems
LWG002 TAWS glideslope 500-200 ft	-	-	≥1 Sec	FCOM 15 Warning Systems
<b>Approach and landing: weight</b>				
LMX000 Landing weight high at touchdown (Kg)	≥194000	≥194500	≥ 208652 KG	FCOM - MLW

Tabela 24 Limites de parâmetros de manutenção para a aeronave Boeing 777-200

<b>Maintainence</b>				
<b>Ground: Engines</b>				
GET030 Engine gas temperature star high			≥ 700 °C	AMM 71-00-00
<b>Ground:speed</b>				
GSG100 Tyre groundspeed limit exceeded			≥ 204 kt	AFM Certificate limitations
<b>Takeoff and initial climb: Takeoff</b>				
TEN100 Engine N1(takeoff) high			≥100.6%	AMM 71-00-00
TEN200 Engine N2(takeoff)high			≥105.1%	AMM 71-00-00
TEN300 Engine N3(takeoff)high			≥102.5%	AMM 71-00-00
TET000 Engine gas temperature(takeoff) high			≥ 900 °C	AMM 71-00-00
<b>Flight : Acceleration</b>				
FGN000 Acceleration (normal) low with flaps retracted			≤ -1 G	AMM 05 - 51 -01
FGN Acceleration (normal) high with flaps extended			≥2.0G	AMM 05 - 51 -01
FGN001 Acceleration (normal) high with flaps retracted			≥ 2.5 G	AMM 05 - 51 -01
FGN010 acceleration (normal) low with flaps extended			≤ 0 G	AMM 05 - 51 -01
<b>Flight : Altitude</b>				
FAS000 Maximum Operating altitude exceeded			≥43100ft	FCOM operation limitations
<b>Flight : Engines</b>				
Engine EPR redline exceedance	-	-	≥ 2 s	-
FEN 120 Engine N1 (maximum continuous power) high			≥ 100.6%	AMM 71-00-00
FEN220 Engine N2 / maximum continuous power)High			≥105.1%	AMM 71-00-00
FEN320 Engine N3 ( maximum continous power)high			≥102.5%	AMM 71-00-00
FEO001 Engine Oil Pressure Low			≤ 25 psi	AMM 71-00-00
FEO100 Engine oil temperature high			≥ 185 °C	AMM 71-00-00

## Anexo A

FET005 Engine Gas temperature redline exceedance			≥ 1 s	-
FET020 Engine Gas temperature (maximum continuous power) high			≥850	AMM 71-00-00
FEV100 Engine N1 Vibration high			≥2.6 units	AMM 71-00-00
FEV200 Engine N2 vibration high			≥3 units	AMM 71-00-00
FEV300 Engine N3 Vibration high			≥2.6 units	AMM 71-00-00
<b>Flight: Speed</b>				
FSA400 Airspeed high with flap 0 and slat extended including transition			≥255kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA405 airspeed high with flap 5 including transition			≥235kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA415 Airspeed high with flap 15 including transition			≥215 kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA420 Airspeed high with flap 20 including transition			≥190kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA430 Airspeed high with flap 30 including transition			≥170kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA485 Airspeed high with flap 20 and slat fully extended including transition			≥ 180 kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA900 Airspeed high during landing gear retraction			≥ 270 kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA901 Airspeed high during landing gear extension			≥270 kt	AFM Certificate Limitations / AMM 05-51-08
FSA902 Airspeed high with landing gear extended			≥270 kt	AFM Certificate limitations / AMM 05-51-07
FSM999 Mach (MMOO) exceeded			≥0.92M	AMM 05-51-08
FSA999 airspeed (VMO) exceeded			≥330 kt	AMM 05-51-08
<b>Approach and landing: acceleration</b>				
LGN000 Acceleration (normal) high at touchdown (hard landing)	-	-	2.1 G	AMM 05-51-01
<b>Approach and landing: Engines</b>				
LEN110 Engine N1 (go-around) high			≥100.6%	AMM 71-00-00
LEN210 Engine N2 (go-around) high			≥105.1%	AMM 71-00-00
LEN310 Engine N3 (go-around)high			≥102.5%	AMM 71-00-00

## Anexo A

---

LET010 Engine Gas temperature (go-around) high			≥900 °c	AMM 71-00-00
LMX000 Landing weight high at touchdown (Kg)			≥ 210470 KG	05-51-01