



**ISEL**

**INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA**  
**Área Departamental de Engenharia Mecânica**



## **Análise de Fiabilidade de Sistemas e Componentes de Helicópteros**

**João Pedro Martins Moutinho dos Santos**  
Licenciado em Engenharia Mecânica

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre  
em Engenharia Mecânica, ramo de Manutenção/Produção

Orientador (es):

Doutor José Augusto da Silva Sobral  
Mestre António Afonso Roque

Júri:

Presidente: Doutora Maria Teresa Moura e Silva  
Vogais: Prof. Henrique Pereira Carinhas  
Eng. João André Rodrigues Dias  
Prof. Doutor José Augusto da Silva Sobral  
Prof. António Afonso Roque

**Setembro de 2011**

## RESUMO

Este trabalho ocorre face à necessidade da empresa Helisuporte ter uma perspectiva a nível de fiabilidade das suas aeronaves. Para isso, foram traçados como objectivos de estudo a criação de uma base de dados de anomalias; identificação de sistemas e componentes problemáticos; caracterização dos mesmos, avaliar a condição de falha e, com isto, apresentar soluções de controlo de anomalias.

Assim, foi desenvolvida uma metodologia que proporciona tratamento de dados com recurso a uma análise não-paramétrica, tendo sido escolhida a estatística de amostra. Esta irá permitir a identificação dos sistemas problemáticos e seus componentes anómalos.

Efectuado o tratamento de dados, passamos para a caracterização fiabilística desses componentes, assumindo o tempo de operação e a vida útil específica de cada um. Esta foi possível recorrendo ao cálculo do nível de fiabilidade, MTBF, MTBUR e taxa de avarias.

De modo a identificar as diferentes anomalias e caracterizar o “*know-how*” da equipa de manutenção, implementou-se a análise de condição de falha, mais propriamente a análise dos modos e efeitos de falha.

Tendo isso em atenção, foi construído um encadeamento lógico simples, claro e eficaz, face a uma frota complexa.

Implementada essa metodologia e analisados os resultados podemos afirmar que os objectivos foram alcançados, concluindo-se que os valores de fiabilidade que caracterizam alguns dos componentes das aeronaves pertencentes à frota em estudo não correspondem ao esperado e idealizado como referência de desempenho dos mesmos. Assim, foram sugeridas alterações no manual de manutenção de forma a melhorar estes índices.

Com isto conseguiu-se desenvolver, o que se poderá chamar de, “fiabilidade na óptica do utilizador”.

## **ABSTRACT**

This research is due to the need of the company Helisuporte have a perspective on the reliability of their aircraft. For that were created as objectives of study the creation of data base, identification of Systems and components with anomalies associated, reliability characterization for the same items, failure mode's evaluation and solution's presentation.

The methodology used as the sample's statistic as a method for data processing. This is a non-parametrical analysis. It will identify the systems and components with failures.

Than we characterize the components with reliability elements, which were reliability, MTBF, MTBUR and failure rate. Were assumed mission time and operation life of witch component.

To characterize the anomalies and evaluate the maintenance crew's "know-how" was implanted a failure mode's analysis using the failure mode and effect analysis (FMEA).

With that in mind, we built a simple logical sequence, clear and efficient, compared to a complex fleet.

With the implementation of this ideology and analyzed the results, we conclude that the reliability values that characterize some of the components of aircraft within the fleet under study, do not correspond to the expected and designed as a reference for their performance. As a solution for this were suggested improvements in the maintenance manual of this aircraft.

With this, we had developed what one might call "reliability in a user's perspective".

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer aos Eng. José Sobral e Eng. António Roque, orientadores académicos da tese de mestrado que aqui apresento, pois sem eles esta nunca seria possível. Também não posso deixar de agradecer aos meus orientadores externos, representando a Helisuporte, Eng. João Dias e Eng. Marko Nascimento, que desde cedo se mostraram, não só meus colegas, como meus amigos que, com paciência, me ajudaram quando obstáculos se impuseram e ouviram os meus desabafos, dando sempre o seu apoio.

Agradeço a toda a “família” Helisuporte, em especial aos Director Rui Estrela, Telmo Oliveira, Eng. Sérgio Sousa, aos Responsáveis Nuno Teixeira, Jorge Andrade, Oleksandr Shyyenko, Paulo Rocha, aos Técnico António Monteiro, António Ramires, Victor Mendes, ao *Accountant* Pedro Teixeira, e às colegas Gabriela Moura e Filipa Graça, que se mostraram sempre disponíveis para me ajudar em tudo aquilo que necessitei.

Aos meus pais não me compete agradecer, pois o que lhes devo é demasiado grande para o fazer. Aos meus irmãos, Joana e Simão, que tentaram não me atrapalhar para que me concentrasse totalmente no meu trabalho.

À minha namorada Ana e aos meus amigos que, por curiosidade e preocupação, nunca deixaram de interagir comigo sobre o meu estudo.

Mais uma vez, a todos o meu muito obrigado.

# Índice

RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
AGRADECIMENTOS .....	3
LISTA DE ACRÓNIMOS .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	13
Capítulo I – Introdução .....	16
Capítulo II – Local de Estágio.....	19
Capítulo III – Manutenção e Fiabilidade de Aeronaves.....	25
3.1 – Manutenção e sua Certificação .....	25
3.1.1 – Indústria e Manutenção .....	25
3.1.2 – Autoridades Aeronáuticas e Certificações .....	25
3.2 – Manutenção e seus Requisitos.....	28
3.2.1 – Organização de Manutenção .....	28
3.2.2 – Programa de Manutenção de Aeronaves .....	30
3.3 – Fiabilidade – Conceitos e Ferramentas .....	34
3.3.1 – Definição de “Fiabilidade” .....	34
3.3.2 – Fases Características da Vida dos Componentes .....	35
3.3.3 – Tratamento de Dados .....	37
3.3.4 - Fiabilidade como Probabilidade.....	38
3.3.5 – Densidade de Probabilidade de Falha e Taxa de Avarias.....	40
3.3.6 – Fiabilidade de Missão.....	41
3.3.7 – Tempos.....	42
3.3.8 – Vida Operacional.....	43
3.3.9 – Avaliação e Prevenção .....	47
3.4 - Controlo de Fiabilidade Aeronáutica .....	48
Capítulo 4 – Metodologia.....	52

4.1 - Primeira Fase .....	54
4.2 - Segunda Fase .....	56
4.3 - Terceira Fase.....	58
CAPÍTULO V – Resultados da Aplicação da Metodologia.....	60
Capítulo VI – Conclusões e Trabalhos Futuros.....	79
Bibliografia .....	83
ANEXO I .....	87
ANEXO II .....	94
ANEXO III.....	99
ANEXO IV.....	102
ANEXO V .....	113
ANEXO VI.....	124
ANEXO VII.....	140
ANEXO VIII.....	155
ANEXO IX.....	157
ANEXO X.....	168
ANEXO XI.....	183
ANEXO XII.....	187

# LISTA DE ACRÓNIMOS

AA – Autoridade Aeronáutica

AAF – Análise de Árvore de Falhas

AAN – Autoridade Aeronáutica Nacional

ACF – Análise de Condição de Falha

AD – Airworthiness Directive

ADC – Air Data Computer

ALI – Airworthiness Limitations Items

AMEF – Análise de Modos e Efeitos de Falha

ASDRDM – Aircraft System Dispatch Reliability Design Methodology

ASI – Air-Speed Indication

ATA – Air Transport Association

A/C - Aircraft

CMR – Certification Maintenance Requirements

COA – Certificado de Operadora Aérea

COGCA – Certificado de Organização de Gestão de Continuidade de Aeronavegabilidade

CTI – Circular Técnica de Informação

DGAC – Direction Générale de l'Aviation Civile

DOA – Design Organization Approval

DoD – Department of Defense

EASA – European Aviation Safety Agency

EFIS – Electronic Flight Instrument System

EN – European Norm

F – Probabilidade de Falha

FAA – Federal Aviation Administration

FDP – Função de Densidade de Probabilidade

FDR – Flight Data Recorder

FF – Fire-Fighter

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

HDBK – Handbook

HRS – Hours

HIS – Horizontal Situation Instrument

ICAO – International Civil Aviation Organization

ICS – Inter-Communication System

IFSD – In-Flight Shut-Down

INAC – Instituto Nacional de Aviação Civil

ISC – Industry Steering Committee

IU – Interface Unit

IWG – Industry Working Group

LRU – Line Replaceable Unit

MDF – Multi-Direction Finder

MFD – Multi Function Display

MGB – Main-Gear Box

MIL – Military

MLG – Main Landing Gear

MMEL – Master Minimum Equipment List

MOM – Manual de Organização de Manutenção

MPD – Maintenance Planning Data

MRB – Maintenance Review Board

MRBR – Maintenance Review Board Report

MSI – Maintenance Significant Items

MSG – Maintenance Steering Group

MTBF – Mean Time Between Failure

MTBUR – Mean Time Between Unscheduled Removals

MTTF – Mean Time To Failure

MWL – Main Warning Light

NASA - National Aeronautics and Space Administration

NP – Norma Portuguesa

OE – Ordem de Engenharia

OM – Organização de Manutenção

PDF – Probability Density Function

PM – Plano de Manutenção

PMA – Programa de Manutenção de Aeronaves

P/N – Part Number

R – Reliability

RAD ALT – Radio Altimeter

RAM – Reliability, Availability and Maintainability

RCM – Reliability-Centered Maintenance

RPN – Risk Priority Number

RTB – Relatório Técnico de Bordo

SAR – Search And Rescue

SB – Service Bulletin

SL – Service Letter

SLL – Shelf Live Limitation

SSI – Structural Significant Items

STD – Standard

S/N – Serial Number

TC – Type Certification

TPM – Total Productive Maintenance

TSO – Time Since Overhaul

WO – Work Order

WSU – Warning Signal Unit

WXR – Weather Radar

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logótipo da Helisuporte [7] .....	20
Figura 2 - Instalações da Helisuporte - Aeródromo Municipal de Cascais [7] .....	21
Figura 3 - Organigrama relativo aos elementos representativos da direcção da empresa .....	22
Figura 4 -Organigrama relativo aos elementos constituintes da equipa de manutenção .....	22
Figura 5 - Organigrama relativo ao fluxo documental para inspecções programadas .....	23
Figura 6 - Organigrama relativo ao fluxo documental para anomalias .....	24
Figura 7 - Logótipo da EASA, autoridade aeronáutica europeia. [15].....	26
Figura 8 - Logótipo do INAC, autoridade aeronáutica nacional. [12] .....	26
Figura 9 - Fluxograma representativo dos diversos tipos de manutenção [14].....	29
Figura 10 - Capa da secção relativa às limitações de aeronavegabilidade e inspecções do Kamov Ka-32A11BC. [22].....	32
Figura 11 - Padrões de desempenho de bens [23].....	33
Figura 12 - Gráfico representativo do equilíbrio Custo/Fiabilidade [26].....	37
Figura 13 - Curva em Banheira ( <i>Bathub Reliability Curve</i> ) [32].....	43
Figura 14 - Ciclo representativo da vida de componentes rotáveis.....	46
Figura 15 - Gráfico de avaliação de MTBUR de componentes anómalos presentes no motor Arriel 1 [47].....	50
Figura 16 - Gráfico de avaliação de MTBF de componentes anómalos presentes no motor Arriel 2 [48].....	50
Figura 17 - Fluxograma relativo aos tipos de missões desempenhadas pela frota Kamov anualmente [7].....	52
Figura 18 - Gráfico representativo dos valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave KILO .....	61
Figura 19 - Gráfico representativo dos valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave KILO .....	61
Figura 20 - Gráfico representativo dos valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave KILO .....	62
Figura 21 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2008.....	67
Figura 22 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2009.....	69
Figura 23 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2010.....	71

Figura 24 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registadas na frota nos 3(três) anos de operação .....	73
Figura 25 - Gráfico representativo dos resultados, em percentagem, da análise de ocorrências registadas na frota nos 3 (três) anos de operação .....	73
Figura 26 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 23, a partir da sua caracterização percentual .....	75
Figura 27 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave LIMA .....	114
Figura 28 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave LIMA .....	115
Figura 29 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave LIMA .....	115
Figura 30 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave MIKE .....	116
Figura 31 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave MIKE .....	117
Figura 32 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave MIKE .....	117
Figura 33 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave NOVEMBER .....	118
Figura 34 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave NOVEMBER .....	119
Figura 35 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave NOVEMBER .....	119
Figura 36 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave OSCAR .....	120
Figura 37 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave OSCAR .....	121
Figura 38 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave OSCAR .....	121
Figura 39 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave PAPA .....	122
Figura 40 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave PAPA .....	123
Figura 41 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave PAPA .....	123

Figura 42 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 24, a partir da sua caracterização percentual .....	142
Figura 43 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 25, a partir da sua caracterização percentual .....	144
Figura 44 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 28, a partir da sua caracterização percentual .....	146
Figura 45 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 31, a partir da sua caracterização percentual .....	148
Figura 46 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 33, a partir da sua caracterização percentual .....	150
Figura 47 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 34, a partir da sua caracterização .....	152
Figura 48 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 62, a partir da sua caracterização percentual .....	154

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela exemplificativa dos dados presentes na base de dados relativa a ocorrências anômalas.....	53
Tabela 2 – Exemplo da especificação dos sistemas problemáticos, em função do seu Capítulo ATA.....	56
Tabela 3 - Tabela ilustrativa para a descrição das movimentações dos componentes, por aeronave .....	56
Tabela 4 - Escala a aplicar na FMEA.....	59
Tabela 5 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave KILO .....	60
Tabela 6 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2008. ....	63
Tabela 7 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2009. ....	64
Tabela 8 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2010. ....	65
Tabela 9 - Resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2008 .....	66
Tabela 10 - Resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2009 .....	68
Tabela 11 - Resultados da análise de ocorrências registadas na frota, em 2010 .....	70
Tabela 12 - Resultados da análise de ocorrências registadas na frota, dos 3 (três) anos de operação .....	72
Tabela 13 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 23 .....	74
Tabela 14 - Valores de vida útil dos diversos componentes em estudo [22] .....	76
Tabela 15 - Nível de Fiabilidade da Frota Kamov .....	77
Tabela 16 - Níveis de Fiabilidade por aeronave.....	77
Tabela 17 - Níveis de Fiabilidade por S/N do componente.....	78
Tabela 18 - Caracterização fiabilística conclusiva da frota Kamov .....	79
Tabela 19 - Caracterização fiabilística conclusiva, por aeronave .....	80
Tabela 20 - Valor monetário dos componentes.....	80
Tabela 21 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave LIMA.....	114
Tabela 22 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave MIKE.....	116
Tabela 23 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave NOVEMBER .....	118

Tabela 24 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave OSCAR .....	120
Tabela 25 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave PAPA.....	122
Tabela 26 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2008.....	125
Tabela 27 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2009.....	126
Tabela 28 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2010.....	127
Tabela 29 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2008.....	128
Tabela 30 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2009.....	129
Tabela 31 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2010.....	130
Tabela 32 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2008.....	131
Tabela 33 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2009.....	132
Tabela 34 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2010.....	133
Tabela 35 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2008.....	134
Tabela 36 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2009.....	135
Tabela 37 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2010.....	136
Tabela 38 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2008.....	137
Tabela 39 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2009.....	138
Tabela 40 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2010.....	139
Tabela 41 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 24 .....	141
Tabela 42 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 25 .....	143
Tabela 43 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 28 .....	145

Tabela 44 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 31 .....	147
Tabela 45 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 33 .....	149
Tabela 46 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 34 .....	151
Tabela 47 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 62 .....	153
Tabela 48 - Movimentação dos diversos RT-5000, pertencentes à frota Kamov.....	158
Tabela 49 - Movimentação dos diversos C-5000, pertencentes à frota Kamov .....	159
Tabela 50 - Movimentação das diversas "Fuel Pumps", pertencentes à frota Kamov.....	160
Tabela 51 - Movimentação dos diversos "Fuel Control Systems", pertencentes à frota Kamov .....	161
Tabela 52 - Movimentação dos diversos EFIS, pertencentes à frota Kamov.....	162
Tabela 53 - Movimentação dos diversos IU's, pertencentes à frota Kamov .....	164
Tabela 54 - Movimentação dos diversos ADC's, pertencentes à frota Kamov .....	166
Tabela 55 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao RT-5000.....	169
Tabela 56 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao RT-5000.....	169
Tabela 57 - Caracterização Fiabilística de cada RT-5000, pertencente à frota Kamov .....	170
Tabela 58 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao C-5000 .....	171
Tabela 59 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao C-5000 .....	171
Tabela 60 - Caracterização Fiabilística de cada C-5000, pertencente à frota Kamov.....	172
Tabela 61 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto a "Fuel Pump" .....	173
Tabela 62 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto a "Fuel Pump" .....	173
Tabela 63 - Caracterização Fiabilística de cada "Fuel Pump" pertencente à frota Kamov.....	174
Tabela 64 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao "Fuel Control System" .....	175
Tabela 65 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao "Fuel Control System" ..	175
Tabela 66 - Caracterização Fiabilística de cada "Fuel Control System" pertencente à frota Kamov .....	176
Tabela 67 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao EFIS .....	177
Tabela 68 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao EFIS .....	177
Tabela 69 - Caracterização Fiabilística de cada EFIS pertencente à frota Kamov.....	178
Tabela 70 - Caracterização Fiabilística da frota quanto aos IU's .....	179
Tabela 71 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave quanto aos IU's .....	179
Tabela 72 - Caracterização Fiabilística de cada IU pertencente à frota Kamov.....	180
Tabela 73 - Caracterização Fiabilística da frota quanto aos ADC's .....	181
Tabela 74 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave quanto aos ADC's .....	181
Tabela 75 - Caracterização Fiabilística de cada ADC pertencente à frota Kamov .....	182
Tabela 76 - Análise de Modos e Efeito de Falha (FMEA).....	184
Tabela 77 - Acções correctivas a aplicar nas diversas anomalias registadas .....	188

## Capítulo I – Introdução

O trabalho desenvolvido, com o tema “Análise de Fiabilidade em Componentes de Aeronaves”, nasce após uma reunião entre o Departamento de Engenharia Mecânica do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL) e a empresa de manutenção aérea Helisuporte, associada à operadora Heliportugal, por haver uma crescente necessidade deste tipo de operadoras em ter um “ponto de vista” fiabilístico sobre as suas aeronaves. Este tema foi assim estipulado como trabalho de final de curso, no ramo de Produção/Manutenção, e configurado como um estágio de natureza profissional.

Em meados do século XX as necessidades da Humanidade levaram à adaptação de equipamentos, adicionando novas funcionalidades e promovendo uma melhoria do desempenho dos mesmos. Infelizmente, isto potenciou o aumento das possíveis situações de falha. Perante isso, viu-se a necessidade de controlar esses bens e, assim, avaliar os requisitos de fiabilidade apresentados pelos mesmos. Para isso, foram desenvolvidos métodos matemáticos de forma a equacionar o índice de fiabilidade, tendo em consideração o tempo e condições de missão e uma amostra de itens iguais de forma a que os resultados obtidos sejam o mais próximo da realidade possível.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos nesta área, de modo a demonstrar a sua potencialidade e melhorar as ferramentas a usar para a analisar. Por exemplo, Bineid e Fielding [1] descrevem o desenvolvimento de uma metodologia para análise de fiabilidade no projecto de sistemas aeronáuticos, mais conhecida por ASDRDM (*Aircraft System Dispatch Reliability Design Methodology*), associada a métodos utilizados na fase de projecto de aeronaves. Demonstram a sua aplicabilidade em sistemas complexos, indo até ao nível do componente, na área da fiabilidade e manutenção. Utilizam parâmetros como a taxa de avarias e MTBF (*Mean Time Between Failures*), de forma a dar a conhecer o desempenho dos equipamentos e desta forma servir de plataforma para o estudo de modificações dos mesmos.

Ippolito *et al* [2] apresentam uma optimização de projecto a partir da sua avaliação fiabilística. Para este propósito, utilizam modelos de elementos finitos de modo a avaliarem as propriedades dos materiais utilizados e as suas reacções em condições de carga. Assim, permitem obter resultados objectivos e de forma rápida, utilizando modelação computadorizada.

Eldred *et al* [3] utilizam uma simulação computacional, tendo em consideração distribuições estatísticas representativas de fiabilidade, permitindo avaliar as respostas dos itens analisados em relação ao seu desempenho e nível de fiabilidade. Para este caso específico foi utilizado o software DAKOTA/UQ.

Liu e Chen [4] programaram informaticamente um modelo matemático capaz de analisar os índices de fiabilidade de componentes electrónicos de aeronaves. Foi tida em consideração a instalação de redundâncias destes elementos, procurando-se obter dados fiabilísticos.

Luxhoj e Shyur [5] abordaram a questão do envelhecimento de componentes de helicópteros a partir da aplicação de curvas representativas dos níveis de fiabilidade durante a vida útil dos mesmos. Com a modelação de dois métodos matemáticos, compararam as abordagens e detectaram que as taxas de desempenho tinham tendência a manterem-se constantes. Isto expõe o desempenho de um dado componente em vida útil como a aproximação mais precisa para a caracterização do mesmo.

Pettit e Turnbull [6] desenvolveram uma análise geral na área da fiabilidade em associação com a NASA, abrangendo um conjunto de aeronaves diferentes, considerando que embora fossem diferentes, os equipamentos que possuem desempenham as mesmas funções, em condições de missão semelhantes. Assim, preocuparam-se em caracterizar a sua população aérea, identificar as fontes de avaria, escolher a melhor metodologia associada a uma distribuição matemática específica, e aplicar a mesma nos diversos componentes presentes nos diferentes sistemas, qualificar os mesmos a nível de fiabilidade, e apresentar os índices de fiabilidade fornecidos por cada sistema.

Partindo do que se tem vindo a desenvolver na área da engenharia de fiabilidade e nas necessidades expressas pela Helisuporte, teve-se em atenção os seguintes objectivos de trabalho:

- Criação de uma base de dados, relativa à descrição de situações anómalas;
- Avaliação estatística dos Capítulos ATA e seus sistemas;
- Identificação dos sistemas com maior número de ocorrências associadas;
- Especificação as anomalias, a partir da identificação dos componentes presentes nos sistemas anómalos;
- Caracterização dos mesmos a nível de desempenho e fiabilidade;
- Análise das diversas avarias detectadas.

Para o desenvolvimento deste estudo utilizou-se o software OFFICE EXCEL ®, de forma a aplicar a metodologia de fiabilidade num software simples e de fácil compreensão. Assim, iremos alcançar os objectivos projectados, analisando e caracterizando, a nível fiabilístico, os dados introduzidos.

O trabalho encontra-se dividido nos seguintes capítulos:

- Capítulo II – Local de Estágio

Aqui caracteriza-se a empresa que “apadrinhou” este estudo em relação à sua história, Organização de Manutenção, fluxo de trabalho e suas certificações;

- Capítulo III – Manutenção e Fiabilidade Aeronáutica

Neste capítulo descreve-se as autoridades certificadas para o controlo das empresas no ramo aeronáutico, tanto operadoras como fabricantes, e obrigatoriedades que estes têm em relação a área de manutenção, desde a criação dos requisitos de manutenção implementados pelo fabricante, até ao Programa de Manutenção de Aeronave criado pela operadora. De seguida descreve-se a fiabilidade numa óptica técnico-científica e suas vertentes presentes na aeronáutica.

- Capítulo IV – Metodologia

Explica-se os métodos usados e considerações tomadas para o desenvolvimento deste trabalho, referindo cada passo tomado e seus objectivos. O trabalho foi dividido em três fases, sendo elas aqui caracterizadas e demonstradas, quanto às suas formas de aplicação.

- Capítulo V – Resultados

Aplicada a metodologia explicada no capítulo anterior, apresentam-se os resultados obtidos em cada fase do trabalho.

- Capítulo VI – Conclusão e Trabalhos Futuros

Frente aos resultados obtidos, nesta fase apresentam-se as conclusões formadas com a implementação da metodologia idealizada, resultados da mesma e enumeração de trabalhos possíveis de virem a ser desenvolvidos, em prol do que é apresentado.

## Capítulo II – Local de Estágio

O presente estágio decorreu na Helisuporte, empresa de manutenção aeronáutica sediada na Aeródromo Municipal de Cascais. A Helisuporte encontra-se por sua vez associada à Heliportugal.

A Heliportugal foi criada em 1982 como a primeira operadora portuguesa de helicópteros civis. Esta certifica-se também como capaz de realizar manutenção às suas aeronaves. Inicialmente o seu capital social encontrava-se dividido em dois accionistas, sendo 80% pertencente à antiga empresa inglesa Bond Helicopters e 20% a um administrador português [7].

O principal objectivo com a implementação da empresa era torná-la numa operadora offshore, devido a rumores de possível exploração de petróleo ao largo da costa nacional. A sua presença iria facilitar este tipo de missão por se encontrar já em território português. Embora este objectivo não tenha sido alcançado, a empresa não “baixou os braços” e viu-se frente a um vasto leque de oportunidades de trabalho.

Frente a isto, a Heliportugal começou por apostar em ramos como o combate a incêndios, broadcasting e até detecção de cardumes de atum, o que permitiu o seu desenvolvimento empresarial.

Em 1994 a Bond Helicopters foi vendida em bolsa e os seus accionistas adquiriram uma empresa aeronáutica australiana, que acabaria por ser vendida também. Estas acabaram por ser aglutinadas pela Helicopter Service Group, que viu a maioria das suas acções ser adquirida pelos iniciais accionistas da Bond Helicopters.

Assim sendo, a Heliportugal acabou por ficar isolada das restantes companhias fundadas pelos irmãos Bond, da Bond Helicopters, e acabou por ser adquirida pelo Dr. Pedro Silveira e o Dr. Fernando Gonçalves.

O negócio continuou o seu desenvolvimento crescente, acabando por comprar em 1999 uma outra empresa aeronáutica portuguesa e realizando contratos com empresas como a SIC e a TVI com a função de broadcast, e com a EDP desempenhando funções de lavagem de isoladores, análise termográfica e inspecções visual e a laser dos cabos de alta-tensão.

Esta expansão coincide com a internacionalização da empresa, com a entrada em países como Espanha e Grécia.

Em 2005 concorre à venda de helicópteros ao estado, mais propriamente para a EMA – Empresa de Meios Aéreos SA – com serviço pós-venda, tendo ganho o concurso público e obtido mais um parceiro. Com este contrato adquiriram-se aeronaves Kamov (projecto russo), abrangidas pela Autoridade Aeronáutica Russa, com certificação ICAO, e não-registadas na EASA. A empresa recebeu o título de Kamov Maintenance Center e foi obrigada a seguir a CTI 10-06 [8], que liga os requisitos da autoridade Aeronáutica Russa com os elementos do plano de manutenção das aeronaves e os requisitos a respeitar do INAC.

Por razões estratégicas e com a possibilidade de se certificar como Maintenance Service Center PART 145 pela Eurocopter, o departamento de manutenção não poderia estar directamente ligado à operadora e dá-se em 2006 a separação e criação da Helisuporte, com o logótipo apresentado na Figura 1, estando presente no Anexo I a certificação como Organização de Manutenção de Aeronaves, que a empresa respeita de forma a satisfazer as exigências da EASA. Esta separação não rompeu todas as ligações com a Heliportugal, até porque todos os recursos transitaram de uma organização para a outra.



**Figura 1 - Logótipo da Helisuporte [7]**

Em 2007, devido à operadora ter iniciado o negócio com aviões, especificamente jactos com função de “*Business Jets*”, a Helisuporte certifica-se também em manutenção de aviões pela Hawker.

Desde a data acima referida até à actualidade, a empresa tem vindo a crescer com a realização de diversos contratos, com clientes de diversos países do mundo, sendo eles:

- Base de Manutenção, localizada no Aeródromo Municipal de Cascais (Hangares 3 e 7), ilustrada na Figura 2, e a suas extensões em Ponte de Sôr, Santa Comba Dão e Loulé, todas elas em território português;
- Roménia;
- Turquia;
- Nigéria;
- Gana;
- Irão.

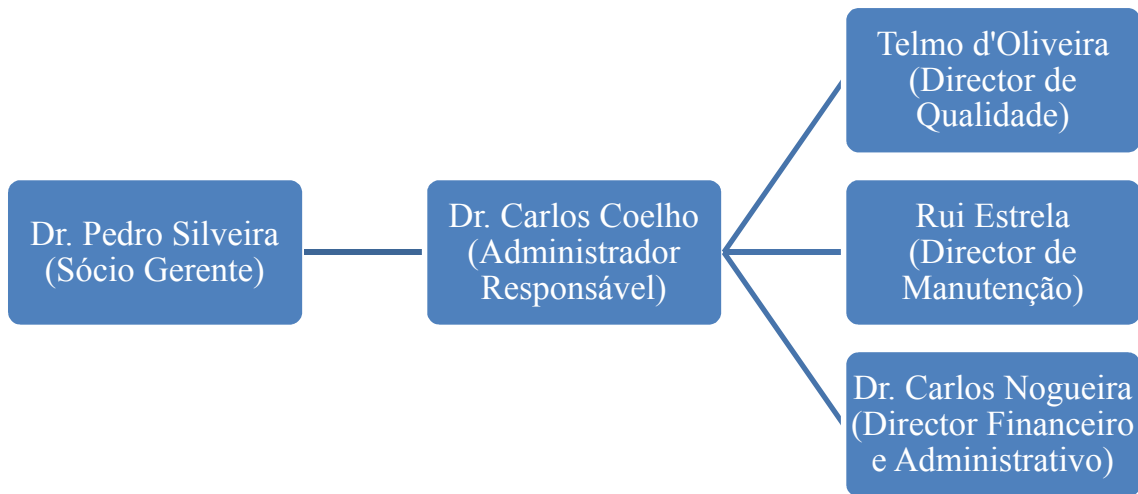


**Figura 2 - Instalações da Helisupporte - Aeródromo Municipal de Cascais [7]**

Como clientes, a Helisupporte apresenta parcerias com as seguintes entidades:

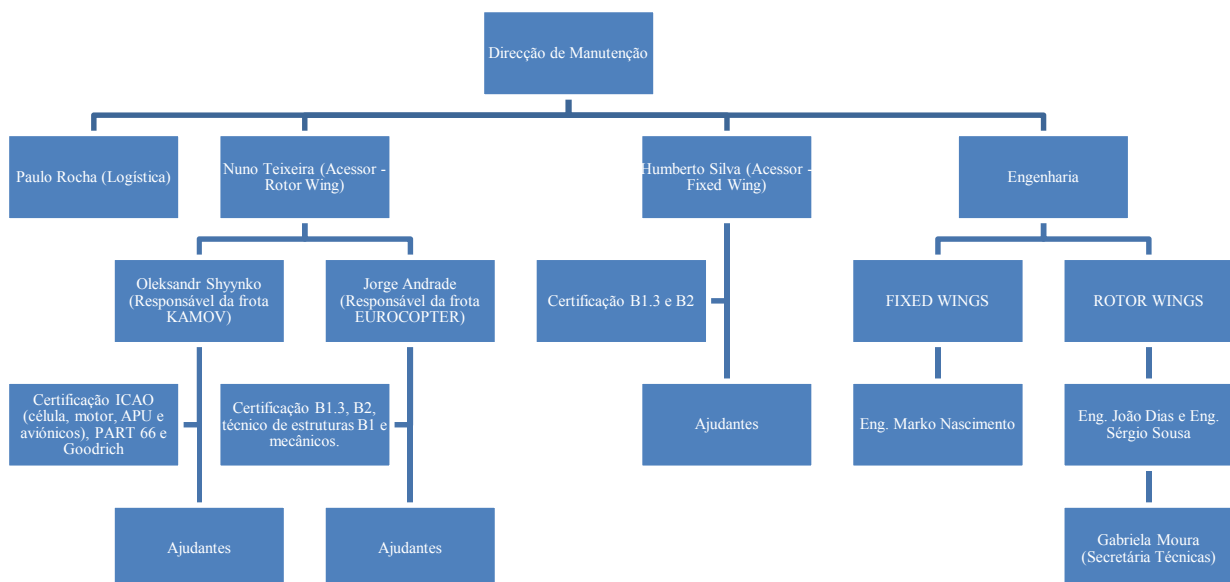
- Heliportugal;
- EMA (Empresa de Meios Aéreos SA);
- TVI;
- Labelec;
- Meravo;
- Heliávia;
- Gestair;
- NetJets;
- Regional Air Service;
- THM.

A Helisuporte apresenta uma hierarquia administrativa, dividida pelos diversos departamentos, como é apresentado no subsequente organigrama, presente na Figura 3:



**Figura 3 - Organigrama relativo aos elementos representativos da direcção da empresa**

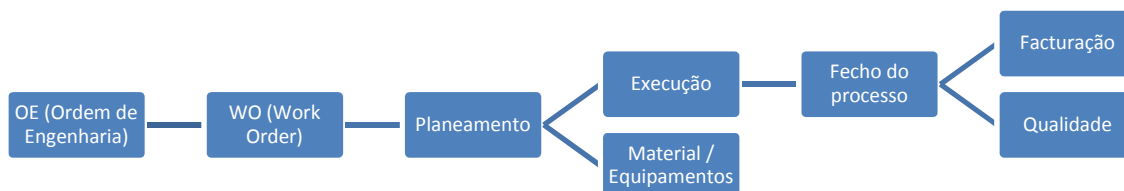
Dentro do departamento de manutenção, as diferentes secções de trabalho apresentam a seguinte divisão de funções na Figura 4:



**Figura 4 -Organigrama relativo aos elementos constituintes da equipa de manutenção**

A nível documental os procedimentos são padronizados, evitando o desperdício. O fluxo de trabalho, no que conta a acções de manutenção, pode-se apresentar de duas formas:

- Inspeções programadas (Figura 5)



**Figura 5 - Organograma relativo ao fluxo documental para inspeções programadas**

O cliente envia a ordem de engenharia (OE) a executar numa das suas aeronaves para o departamento de engenharia.

A engenharia recebe a OE do cliente e analisa e cria as “*Tasks*” solicitadas pelo cliente. Com esta informação é criada a “*Work Order*” (WO) no sistema e, para além do arquivo em meio digital, é também impresso o processo documental. A “*Work Order*” permite, neste ponto, realizar um pré-planeamento do trabalho.

Ao sair da engenharia a WO passa para a produção, de forma a esta verificar o trabalho a efectuar, identificar as necessidades para a realização da mesma em termos de material e ferramentas, e planear o trabalho nomeando a equipa responsável por tal e qual prazo a cumprir.

Cumprido o planeamento, a equipa requisita o material necessário ao armazém, quando aplicável, respeitando um formulário próprio para haver um controlo de stock. Para a execução do trabalho também são requisitadas ferramentas à ferramentaria, embora sem registo escrito.

O trabalho é efectuado pela equipa de trabalho e esta fica responsável pelo preenchimento da “*Work Order*” e de indicar as “*Tasks*” de correcção de anomalias não abrangidas pela WO, se aplicáveis. Todo este corpo processual, quando cumprido, é entregue à engenharia.

A engenharia fica responsável pela verificação do mesmo, completando-o com:

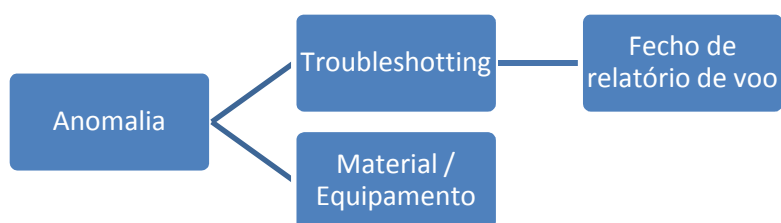
- Horas e ciclos da aeronave;
- Form1 (formulários específicos de componentes) ou etiquetas;

- Relatórios ou informação dos fabricantes;
- Horas de execução das diferentes tarefas.

Quando se trata de inspecções de 100 horas em operação (ou acima) o processo passa para a qualidade para ser auditado e aprovado. Abaixo desta inspecção, o processo é fechado directamente pela engenharia.

Fechado o processo, este é impresso e enviado para facturação.

- Anomalias (Figura 6)



**Figura 6 - Organograma relativo ao fluxo documental para anomalias**

Quando uma aeronave voa em missão é aberto um relatório de voo, denominado por RTB (Relatório Técnico de Bordo), de forma a descrever como correu o mesmo. Quando uma anomalia é detectada em voo ou no decorrer das inspecções pré e pós-voo, é registada no campo correspondente no relatório e fica a aguardar reparação.

A equipa de trabalho que recebe o relatório ou até que o abre, fica responsável pela requisição de material e ferramentas para a realização do “*troubleshooting*”, ou seja, identificar o componente que se encontra inoperável.

Identificado o elemento, procede-se à sua reparação ou substituição, acção essa que pode estar associada ao “*troubleshooting*” executado, e procede-se ao fecho do relatório.

Todo este processo é tratado pela equipa de trabalho associada à produção, sendo que a engenharia apenas realiza o controlo documental.

## Capítulo III – Manutenção e Fiabilidade de Aeronaves

### 3.1 – *Manutenção e sua Certificação*

#### 3.1.1 – Indústria e Manutenção

Com o evoluir dos tempos cada tipo de indústria sentiu a necessidade de possuir os seus próprios meios para controlar os planos de manutenção dos seus equipamentos. Assim, foram implementadas algumas normas que regularizam e definem os sistemas a utilizar para a gestão da manutenção.

A nível nacional, a norma que defini os diversos pontos que um sistema de manutenção deverá respeitar é a norma NP 4483 [9]. Um dos elementos que esta norma aborda é a medição, análise e melhoria, que indica o facto da organização aplicada numa específica empresa deve planear e implementar a monitorização, verificação e melhoria das diversas acções enunciadas no plano de manutenção. Isto deve demonstrar a conformidade dos requisitos de operação; do sistema de gestão e deve, também, garantir, a contínua melhoria da eficácia do sistema de gestão. O respeito deste ponto garante a aplicação de ferramentas de controlo do índice de fiabilidade, de modo a satisfazer as necessidades solicitadas do dado item ou processo. A NP/EN 13306 [10] assiste esta norma com a terminologia técnica que envolve a manutenção.

Com esta necessidade, vê-se o desenvolvimento de um tipo específico de engenharia: a Engenharia de Fiabilidade. Esta concentra toda a sua atenção não em busca da perfeição, mas sim à procura de soluções pragmáticas para problemas económicos [11]. Os esforços desenvolvidos por esta engenharia, juntamente com ferramentas como o TPM (*Total Productive Maintenance*), fornecem factos precisos e soluções a uma elevada velocidade de implementação e a baixos custos.

#### 3.1.2 – Autoridades Aeronáuticas e Certificações

A indústria aeronáutica, de uma forma mais específica, sentiu a obrigação de criar organizações, de forma a satisfazer as exigências que lhe eram solicitadas, tanto a nível internacional como nacional, que impõem aos fabricantes e operadores os apropriados requisitos e normas para produção e operação, respectivamente. Essas organizações são denominadas como autoridades aeronáuticas (AA) (Figura 7), havendo também as autoridades aeronáuticas nacionais (AAN)

(Figura 8) que asseguram o cumprimento dos regulamentos, emitem certificados e aprovam procedimentos, de acordo com a sua AA. Alguns exemplos dessas organizações são:

- AA's:
  - EASA (*European Aviation Safety Agency*) – Europa
  - FAA (*Federal Aviation Administration*) – Estados Unidos da América



**Figura 7 - Logótipo da EASA, autoridade aeronáutica europeia. [15]**

- AAN's:
  - INAC (Instituto Nacional de Aviação Civil) – Portugal
  - DGAC (*Direction Générale de l'Aviation Civile*) - França



**Figura 8 - Logótipo do INAC, autoridade aeronáutica nacional. [12]**

O desenvolvimento da legislação defendida pelas autoridades acima referidas teve início na convenção internacional de aviação civil, mais conhecida como a Convenção de Chicago, em 1944, onde foi criada a Organização Internacional de Aviação Civil (ICAO - *International Civil Aviation Organization*) [13].

Assim sendo, e de forma sucinta, estas agências exigem que cada aeronave que é produzida ou operada esteja em condição aeronavegáveis [14].

O conceito de “aeronavegáveis” baseia-se nas duas vertentes seguintes:

- As aeronaves devem respeitar o seu tipo de projecto, ou seja, devem ser instaladas os devidos componentes, conforme especificações e outro tipo de dados sobre os mesmos;

- As aeronaves devem ser sujeitas somente a ações de manutenção aprovadas pelo fabricante ou respeitando o plano de manutenção criado pelo operadores, aprovado anteriormente pelas autoridades nacionais de aeronavegabilidade do país de origem da operadora.

O método desenvolvido para que isso fosse possível foi a criação de regulamentação por parte das AA's, que implementa os requisitos necessários para normalização da indústria aeronáutica. No caso estudado, a regulamentação a seguir será a da EASA [15] que nos apresenta normas como:

- 216/2008 – Licenciamento de pilotos e operações aéreas;
- 856/2008 – Certificação de Operadoras Aéreas (COA), autorizando-as à realização de transporte aéreo;
- 1702/2003 – Procedimentos para a certificação de aeronaves e seus componentes, associada à PART 21, organização responsável pelo desenvolvimento e produção dos elementos acima referidos. Esse material de voo necessita de três certificados de forma a respeitar os requisitos enunciados pela EASA, sendo eles:
  - Certificado de tipo (TC - *Type Certificate*): Caracterização do projecto;
  - Certificado de produção: Aplicável ao fabrico;
  - Certificado de Aeronavegabilidade: Aprova as condições do equipamento como operacional.
- 2042/2003 – Procedimentos para a certificação das organizações que permitem a permanência das aeronaves aeronavegáveis, sendo elas:
  - PART M – Organização de Gestão da Continuidade da Aeronavegabilidade, em operação, de aeronaves e seus componentes (COGCA);
  - PART 145 – Certificação de Organizações de Manutenção de Aeronaves (OMA);
  - PART 66 – Certificação de pessoal;
  - PART 147 – Organizações de treino de pessoal.

Outra agência de grande importância no ramo aeronáutico é a ATA (*Air Transport Association*) e tem como principal objectivo regularizar a segurança do transporte aéreo nos Estados Unidos da América, tanto de passageiros como de mercadorias [16]. Embora seja uma empresa sobre a alçada da FAA, tem vindo a ser uma ajuda crucial no estudo e implementação de normas aéreas. Esta permitiu a criação de duas das grandes ferramentas actualmente utilizadas nesta indústria, sendo elas:

- MSG-3 (*Maintenance Steering Group*) [17]: Processo que enumera os princípios gerais de fiabilidade a utilizar no planeamento das acções de manutenção a aplicar numa aeronave ou equipamento novo. Ajuda a identificar os diferentes tipos de sistemas que caracterizam as aeronaves e definir o método específico para análise de desempenho e fiabilidade para cada um deles;
- ATA's Chapters (Capítulos ATA) [18]: São uma referência comum, usada em toda a documentação de carácter aeronáutico, a partir da separação de sistemas, identificando cada um com um número. Esta permite uma melhor compreensão desse apoio documental por parte dos pilotos e engenharia.

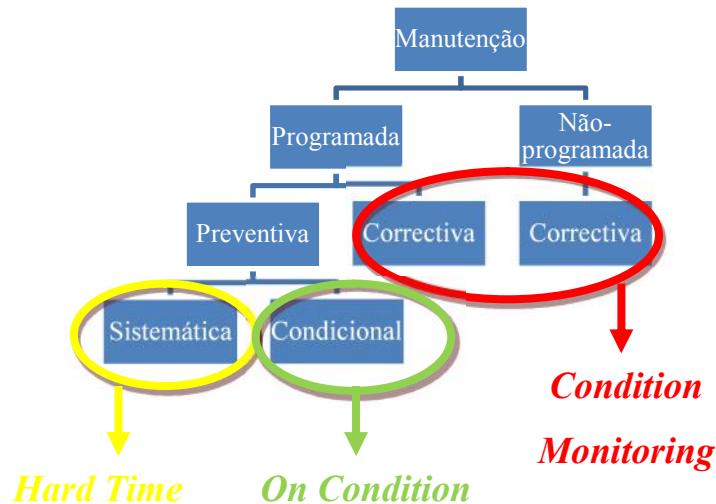
## 3.2 – *Manutenção e seus Requisitos*

### 3.2.1 – **Organização de Manutenção**

Implementada a regulamentação anteriormente referida, as operadoras têm de seguir os seguintes requisitos:

- Responsabilidade pela aeronavegabilidade permanente;
- Criação do MOM (Manual de Organização de Manutenção);
- Possuir uma Organização de Manutenção (OM) capaz, com uma direcção de manutenção e pessoal competente;
- Criação de um plano de manutenção (PMA – Plano de Manutenção de Aeronave);
- Realização do controlo e registo de todos os trabalhos de manutenção e/ou alterações do material de voo usado;
- Cumprimento e aprovação dos trabalhos executados, sempre com apoio documental;
- Em caso de subcontratação dos trabalhos de manutenção, as operadoras são responsáveis pelos mesmos;
- Continua análise e melhoria do PMA aplicado;
- Constante formação do pessoal;
- Cumprimento das normas de higiene e segurança, quanto ao manuseamento de material e produtos perigosos.

Assim, as operadoras vêm-se obrigadas a fazer recair algumas dessas responsabilidades às suas correspondentes Organizações de Manutenção, não esquecendo a estrutura de manutenção e suas diversas variantes, representadas na Figura 9.



**Figura 9 - Fluxograma representativo dos diversos tipos de manutenção [14]**

Como é demonstrado, existem três condições de execução de acções de manutenção:

- *Hard Time*: Existência de intervalos de tempo, durante o período de missão, onde são necessárias aplicar acções de manutenção sobre o dado equipamento, de forma a manter o mesmo em condições de operação. Um exemplo é a caracterização de um dado equipamento com um valor de TSO (*Time Since Overhaul*);
- *On Condition*: A existência de uma condição leva a que sejam criadas tarefas e inspecções que permitem a análise física e de desempenho de um dado item. Deixado de funcionar como especificado, este é removido e substituído por outro igual.
- *Condition Monitoring*: Este método de manutenção somente envolve acções correctivas, pois é desenvolvido em função da avaria, ou seja, aplica-se quando à registo de falha de um dado equipamento.

Desta forma, a Organização de Manutenção deverá responder aos requisitos solicitados à mesma, que são:

- Cumprir o plano de manutenção, tanto as tarefas programadas como as não-programadas, de forma a manter o material de voo nas suas devidas condições ou repor as mesmas, respectivamente;
- Recolher dados de forma a controlar os níveis de fiabilidade dos equipamentos e, quando não atingidos os esperados, promover a modificação do PMA;
- Realizar o acima referido com o mínimo custo e máxima disponibilidade dos equipamentos.

Uma Organização de Manutenção, para que possa desenvolver todas as suas funções, necessita de apresentar uma estrutura empresarial que englobe as seguintes secções:

- Engenharia: Designação do PMA a aplicar e sua devida actualização;
- Logística: Fornecimento de sobressalentes e outros materiais;
- Planeamento: Planeamento e aplicação do PMA;
- Controlo: Acompanhamento dos trabalhos a ser executados;
- Formação: Formação contínua do pessoal;
- Informática: Apoio informático;
- Publicações Técnicas: Gestão e controlo de toda a documentação de apoio.

No caso de esta não possuir condições de conter todas as secções enunciadas, pode subcontratar as mesmas, ficando no entanto à sua responsabilidade.

### **3.2.2 – Programa de Manutenção de Aeronaves**

Como já foi referido, um plano de manutenção é constituído por dois tipos de tarefas:

- Acções programadas a cumprir em período estipulados;
- Acções não-programadas que contemplam consequências das acções, relatórios de anomalias e sistemas de análise de dados obtidos pela aplicação das mesmas.

E ainda pode ter dois tipos distintos de abordagem:

- Focado no Processo de Manutenção, seguindo a análise do componente para o sistema onde se encontra;
- Focado na Tarefa de Manutenção, seguindo o sistema até atingir o componente.

A criação de um PMA resulta de numerosas revisões e análises [19]. O comité responsável pela indústria aeronáutica (ISC - *Industry Steering Committee*), que junta fabricantes, operadores e autoridades aeronáuticas, coordenam os especialistas aeronáuticos de todas as áreas, designados por “*Industry Working Groups*” (IWG). Estes últimos classificam os diversos componentes em “*Maintenance Significant Items*” (MSI’s), que são elementos que afectam a segurança, com grave impacto operacional e económico, e “*Structural Significant Items*” (SSI’s), que têm o mesmo efeito, mas apenas a nível estrutural.

A partir da análise dos modos operativos, de falha e criticidade da mesma, o IWG avalia o nível de segurança proporcionado pelos diversos componentes, fornecendo as suas conclusões ao ISC

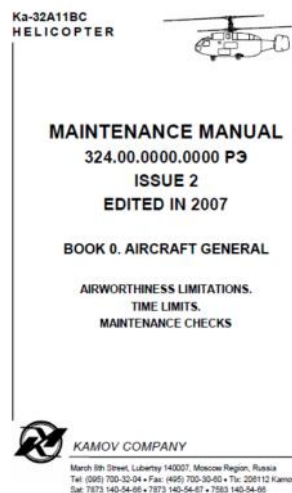
e esta remete as mesmas ao “*Maintenance Review Board*” (MRB), da autoridade aeronáutica correspondente, em forma de relatório, o “*Maintenance Review Board Report*” (MRBR).

Aprovado o MRBR, a este são acrescidos, devido ao certificado de tipo (TC - *Type Certificate*) da aeronave, certificados de requisitos de manutenção (CMR - *Certification Maintenance Requirements*) e lista de componentes com limitações de aeronavegabilidade (ALI - *Airworthiness Limitation Items*), e é formado o Plano de Manutenção (MPD - *Maintenance Planning Data*). Um dos elementos tido como base para o reconhecimento dos requisitos de manutenção é o MIL-HDBK-472 [20], que fornece informações sobre os actuais procedimentos de aplicação de manutenção, tendo em conta os métodos de projecto e produção de equipamentos.

Este plano, quando fornecido ao operador, é enriquecido com os requisitos e registos da sua AAN e tarefas específicas do operador e, assim é criado o seu Programa de Manutenção da Aeronave (PMA), submetido para aprovação da sua AAN, em deferência com a CTI 01-01 [21]. Esta é designada por Circular Técnica de Informação e não é mais que um documento onde estão descritos todos os pontos a respeitar para aprovação ou certificação, por parte da AAN do operador, sendo o caso acima referido relativo ao Programa de Manutenção.

No final, o PMA vê-se apoiado por outros diversos documentos fornecidos pelo fabricante, fazendo parte da documentação de apoio à Manutenção e Engenharia de uma determinada Organização de Manutenção, sendo eles:

- *Airplane Maintenance Manual*, tendo como exemplo a Figura 10;
- *Component Maintenance Manual* (informação básica de manutenção de componentes);
- *Fault Isolation Manual* (identificação de avarias e suas resoluções);
- *Fault Reporting Manual* (formato de identificação da falha);
- *Illustrated Parts Catalogue* (catalogação ilustrativa dos componentes);
- *Storage and Recovery Document* (informação sobre prevenção de componentes);
- *Structural Repair Manual* (descrição de reparações estruturais fáceis e intermédias, sendo que as difíceis requerem uma OM com Aprovação de Organização de Projecto (DOA));
- *Schematic Diagram Manual* (desenhos esquemáticos);
- *Wiring Diagram Manual* (esquemas eléctricos);
- *Master Minimum Equipment List – MMEL* (identificação dos componentes que podem apresentar avaria, mas não perturbam a aeronavegabilidade da aeronave por um determinado período de tempo, dependendo do seu nível de criticidade).



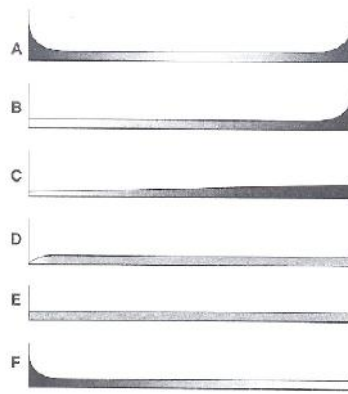
**Figura 10 - Capa da secção relativa às limitações de aeronavegabilidade e inspeções do Kamov Ka-32A11BC. [22]**

Em futuras revisões do PMA, são introduzidos novos documentos como:

- *Service Bulletins* (SB): Apresentação de modificações na aeronave;
- *Service Letter* (SL): Informação para melhorar as acções de manutenção a aplicar;
- *Airworthiness Directive* (AD): Correções de condições que não proporcionavam segurança.

O Programa de Manutenção é construído tendo em consideração a fiabilidade do material de voo (a chamada “*Reliability-Centered Maintenance*” – RCM), factor controlado pelo desempenho do mesmo, mas ainda podemos analisar a fiabilidade assumindo os atrasos detectados nos voos planeados. A esta última vertente da fiabilidade chamamos de despacho.

A fiabilidade dos equipamentos presentes nas aeronaves é tida em conta a partir dos seus diversos padrões de avarias, presentes na Figura 11.



**Figura 11 - Padrões de desempenho de bens [23]**

Tendo em consideração os diferentes padrões, diferente tipo de manutenção é aplicável [24].

Os equipamentos que possam apresentar uma possível entrada na fase de desgaste, fase essa de evitar, necessitam de uma intervenção preventiva, aplicável em intervalos de tempo constantes (*Hard Time*) ou quando não se encontra em condições para operar (*On Condition*). Os padrões que se apresentam com esta característica, usando o formato de identificação da Figura acima ilustrada, são o *A*, *B* e *C*, representando 11% do material de voo [23].

Por outro lado, representando 89% desse material, encontram-se aqueles que não apresentam uma vida sem desgaste e vêem a manutenção a lhes ser aplicada como correctiva, apenas tendo em consideração o controlo do seu desempenho em operação (*Condition Monitoring*). Como formas de controlar esta situação temos a presença de sistemas redundantes; utilização de componentes com caracterização LRU (*Line Replaceable Units*), ou seja, são elementos que podem ser facilmente substituídos no local de operação, minimizando o tempo de interrupção da aeronave; ou que se apresentem no MMEL, de forma a permitir a continuação da missão, com o componente em falha.

### 3.3 – *Fiabilidade – Conceitos e Ferramentas*

#### 3.3.1 – Definição de “Fiabilidade”

A fiabilidade encontra-se associada a palavras como “durabilidade” e “consistência” [25] e é definida pela probabilidade de um dado item cumprir a função que lhe é requerida, operando sob condições previamente estabelecidas, durante um intervalo de tempo também previamente especificado [26]. Outra definição de fiabilidade é a de se apresentar como uma variável de tempo, em relação à degradação de um determinado elemento. Independentemente do modo como é descrita, é uma propriedade crucial nos dias de hoje, que permite controlar e preservar os equipamentos que nos rodeiam, através da aplicação do “*know-how*” existente sobre um componente, sistema ou processo, para que estes operem correctamente, sem apresentarem falha.

Assim sendo, à fiabilidade ou probabilidade de sucesso está associada uma probabilidade de o item avariar, ou probabilidade de falha. Esta relação é de complementaridade e traduz-se matematicamente pela seguinte expressão:

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (3.1)$$

Sendo “R” a fiabilidade e o “F” a probabilidade de falha. Assim, a condição de falha é complementada pela condição em operação de um mesmo item. A dita avaria pode surgir por se suspender o funcionamento de um determinado item ou por degradação de um dos seus parâmetros de funcionamento, afectando assim o seu desempenho previamente definido. Desta forma, a avaria de um dado bem não é mais que a manifestação da inaptidão do mesmo realizar uma determinada função, previamente definida. Esta pode ter como origem diversos motivos, tais como [27]:

- Erro informático;
- Erro humano ou de operação;
- Factores ambientais;
- Falta de sistemas redundantes onde a falha é recorrente;
- Não cumprimento das especificações do equipamento;
- Má definição de intervalos para realização de inspecções;
- Má definição de tolerâncias de combinações de componentes.

A toda esta análise desenvolvida em volta de um determinado equipamento, está relacionado um intervalo de tempo de operação, como previamente se havia enunciado. Quando falamos em

termos de fiabilidade, esse intervalo de tempo é caracterizado como sendo tempo de operação efectivo, ou seja, medido em horas de funcionamento de um dado bem, mas também pode ser classificado como tempo-calendário, medido em dias, meses ou até anos de operação, número de ciclos, número de actuações ou distância percorrida.

Esta característica pode ser fornecida, relativa a um determinado equipamento, pelo próprio fabricante ou pelo operador. Ao primeiro, obtida através de ensaios de qualidade, está associada uma fiabilidade denominada intrínseca ou à saída de fábrica. Por outro lado, o operador pode calcular os seus próprios índices de fiabilidade, através da experiência de serviço desse componente. A esta fiabilidade chamamos de operacional ou em serviço, de grande importância prática devido ao facto de o valor obtido parte de um número de itens iguais, a operar nas mesmas condições, estando-lhe por isso associado um valor estatístico mais seguro e mais ao encontro do comportamento real da falha desse item.

### **3.3.2 – Fases Características da Vida dos Componentes**

A fiabilidade apresenta-se inerente nas quatro fases que caracterizam a vida de um determinado item, sendo elas:

- **Projecto:** Nesta fase são estabelecidas as condições de serviço, duração pretendida e definidas as possíveis condições de falha de dado item. Assim sendo, a fiabilidade tem em consideração os seguintes pontos de análise:
  - Potenciais modos de falha e seus métodos de prevenção;
  - Eliminação de complexidades;
  - Limites de segurança;
  - Construção de protótipos e ensaios fiabilísticos sobre os mesmos.
- **Fabrico:** O controlo da qualidade dos equipamentos produzidos é a principal preocupação da análise de fiabilidade.
- **Exploração:** Não é mais que o período de operação do determinado componente e que se apresenta como uma importante, como já foi enunciada anteriormente, fase para a sua análise fiabilística. Isto deve-se ao facto do item em exploração já se encontra sobre a influência das cargas e ambiente de serviço e das acções de manutenção que possam se mostrar ineficazes. Quando atingida esta fase, podemos promover a melhoria do item recorrendo ao processo de fabrico, material a utilizar e programa de manutenção. Também nos proporciona um cálculo mais exacto de previsões para a gestão de stock,

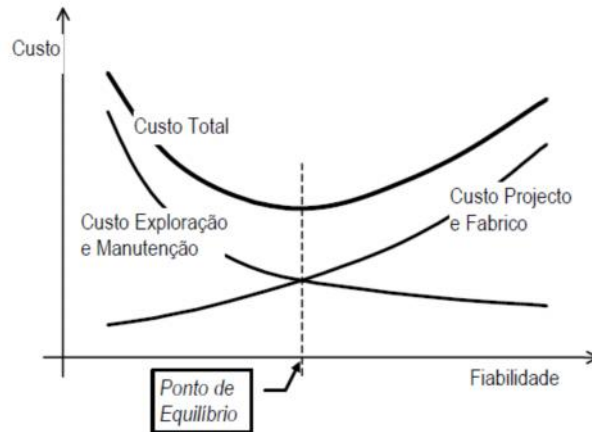
pois teremos acesso a um valor estimado do número de avarias e, logo, das necessidades de substituição.

- Abate: Como o nome indica é a altura em que o componente, influenciado por todos os parâmetros de funcionamento, deixa de apresentar o desempenho definido para o mesmo ou se torna obsoleto e é retirado de operação.

A análise desta característica tem como principais funções:

- Medição: Investigação, em relação ao comportamento fiabilístico do componente quando este é colocado em operação;
- Melhoria: Idealização de soluções adequadas que levem à melhoria do desempenho, influenciando o índice de fiabilidade partilhado por esse mesmo item. Essa melhoria irá resultar numa minimização do número de falhas por parte do componente em estudo, sendo que alguns dos métodos usados são:
  - Controlo da complexidade, valorizando a simplicidade;
  - Aumento da fiabilidade de fábrica;
  - Introdução de componentes redundantes;
  - Controlo do plano de manutenção, tanto correctiva como preventiva;
  - Aplicação de componentes em serviços com parâmetros inferiores aos que foi projectado, a chamada *degradação*;
  - Melhoria das características de fabrico de forma a influenciar a durabilidade do item;
  - Aplicação de características de inspecção no componente, de forma a tornar mais fácil controlá-lo em operação;
  - Normalização dos produtos produzidos.
- Optimização: Maximização da fiabilidade para dados pesos, tamanhos ou até custo, ou minimização desses constrangimentos para fazer corresponder a um dado nível de fiabilidade.

Os custos da fiabilidade comprometem-se com os custos de produção, ou seja, é primordial definir a necessidade de implementação de uma “malha apertada”, quanto a parâmetros fiabilísticos, em relação ao custo que isso irá gerar. Se, por um lado, a segurança a nível mecânica for de extrema importância, altos parâmetros de fiabilidade são requeridos e, logo, o investimento para o mesmo será alto. O contrário também acontece. Isto leva-nos à conclusão que a optimização do equilíbrio entre os custos de fiabilidade e os de não-fiabilidade é um parâmetro crucial para o estudo e implementação de planos de controlo de fiabilidade, que, graficamente, podemos visualizar na Figura 12.



**Figura 12 - Gráfico representativo do equilíbrio Custo/Fiabilidade [26]**

### 3.3.3 – Tratamento de Dados

De forma a se proceder a uma análise fiabilística, através do cálculo de qualquer das suas componentes, tendo estas lugar de destaque no decorrer deste trabalho, é necessária a recolha de dados e posterior tratamento dos mesmos.

Os dados a utilizar são retirados da experiência que se adquire com a utilização dos equipamentos que se querem ver analisados.

Após a recolha dos elementos necessário para se proceder a uma análise fiabilística, que podem ser desde o número de ocorrência detectadas num determinado componente ou tempo de operação que este teve até apresentar uma avaria, passa-se para a utilização de métodos de tratamento de dados que nos ajudaram a ter uma imagem privilegiada das condições de funcionamento de um dado elemento. Esses elementos podem ser equipamentos como um todo; sistemas específicos; subsistemas ou, até mesmo, os componentes que caracterizam esses subsistemas.

Existem duas formas de abordar esta análise, sendo elas a não-paramétrica e a paramétrica [28].

Na análise não-paramétrica não se tem em consideração qual a distribuição matemática que a dada amostra de dados irá caracterizar. Dentro deste tipo, apresentam-se as seguintes ferramentas:

- Histograma: Um histograma é construído a partir do número de ocorrências de avaria de um determinado item, tendo em consideração um especificado intervalo de tempo. Esta

ferramenta permite-nos uma visualização da frequência de uma determinada avaria, respeitando o intervalo proposto, e avaliar qual a distribuição que a caracteriza melhor.

- Estatística de Amostra: Não é mais que o tratamento de uma amostra de dados, relativos a uma determinada situação, e cálculo da sua média e variância. Esta abordagem parte do princípio que, com sucessivos cálculos de várias amostras do mesmo item, podemos nos aproximar da realidade operacional.
- Estatística Classificativa: Este método utiliza-se quando a amostra a considerar é demasiado pequena para a construção de um histograma relativo a um dado componente.

Por outro lado, temos a análise paramétrica que permite a escolha da distribuição probabilística a aplicar na amostra em estudo e avaliar a aplicação da mesma. Como ferramentas a utilizar temos construção gráfica da distribuição Weibull, da distribuição Normal, da distribuição Esponencial ou até da distribuição Lognormal. Todas estas distribuições, respeitando individualmente os seus parâmetros de construção, permite visualizar através da sua representação gráfica, se a amostra a estudar respeita a distribuição considerada e, por isso mesmo, foi a melhor escolha para a caracterizar. Este tema, embora de relevo, não se vê discutido neste estudo devido ao facto de este tipo de análise estar directamente relacionado com a fase de desgaste de um dado item, tema falado no decorrer o trabalho, e esta não se encontra sob avaliação com a implementação do encadeamento lógico idealizado, facto também abordado mais à frente.

### **3.3.4 - Fiabilidade como Probabilidade**

Como já foi referido anteriormente, a fiabilidade é a medida da maior ou menor possibilidade de ocorrência de um determinado acontecimento, obtida através da análise dos dados verificados e registados ao longo de um determinado período de tempo de operação. Estes dados são sinónimo da experiência obtida com o desempenho de um dado componente em ambiente de operação, sendo eles mais credíveis, quantos mais testes foram efectuados e mais dados obtidos [29].

A fiabilidade permite dar a conhecer o estado de operação dos equipamentos observados, não deixando de ser uma probabilidade estimada que nos fornece uma previsão somente probabilística.

Tendo em consideração que o estado de um determinado item é representado pelo instante  $t = 0$ , podemos averiguar qual será o índice de fiabilidade que o mesmo apresenta até ao instante  $t = t$ , através do cálculo da probabilidade do mesmo não avariar até  $t$ . Esta mesma consideração é-nos apresentada pela expressão:

$$R(t) = P [T > t] \quad (3.2)$$

Onde  $T$  é considerado como o instante em que ocorre a falha, logo, trata-se da probabilidade do componente falhar apenas atingido um instante superior ao instante analisado. Através do cálculo considerado, podemos obter condições limite, sendo elas:

- $R(0) = 1$  – Isto representa o instante em que o item é novo, em início de operação e não se encontra avariado;
- $R(\infty) = 0$  – Indica-nos que, como é de esperar, nenhum item pode operar infinitamente.

Se em vez de considerarmos o instante relativo ao início de operação ( $t = 0$ ), tivermos em atenção um instante já com o item em operação ( $t \neq 0$ ), ou seja, que se apresente com idade acumulada, a equação já se representa:

$$R(\Delta t | t_1) = P[T > t_2 = t_1 + \Delta t | T > t_1] \quad (3.3)$$

Caracterizando o intervalo de tempo em estudo como tendo início em  $t_1$  e fim em  $t_2 = t_1 + \Delta t$ , respeitando os factos de o dado item não se tenha avariado antes de  $t_1$ , independentemente da idade que tenha, e não se avarie antes de  $t_2$ , respectivamente.

Como já se referiu, um estudo fiabilístico apenas é possível tendo de antemão uma amostra de componentes iguais, que tenham operado sobre as mesmas condições de serviço, num período de tempo específico. Assim sendo, podemos obter valores relativos ao número médio de avarias que irão ocorrer nesse mesmo período de tempo.

Apresentando uma amostra inicial de  $N$  elementos, que tenham operado num intervalo de tempo  $t$  e sobre as mesmas condições, iremos, decorrido esse tempo, obter  $N_f$  de elementos de falharam e  $N_s$  que permaneceram em operação. Com isto poderemos calcular a probabilidade de falha e o nível de fiabilidade, respectivamente, a partir das equações:

$$F(t) = \frac{N_f}{N} = \frac{N_f}{N_s + N_f} \quad (3.4)$$

$$R(t) = \frac{N_s}{N} = \frac{N_s}{N_s + N_f} \quad (3.5)$$

E, invertendo as expressões acima enunciadas e tendo em conta a expressão (3.1), podemos obter os valores de elementos que falharam e os que permaneceram operacionais, respectivamente:

$$N_f = F(t).N = [1 - R(t)].N \quad (3.6)$$

$$N_s = R(t).N \quad (3.7)$$

### 3.3.5 – Densidade de Probabilidade de Falha e Taxa de Avarias

As avarias detectadas respeitam as chamadas taxas de ocorrência, que analisam o comportamento de um dado equipamento, num intervalo de tempo específico. Dentro desta família encontram-se a função densidade de probabilidade de falha (FDP) e a taxa de avarias.

A densidade de probabilidade de falha não é mais que uma percentagem que indica o número de componentes que avariam, no decorrer de um dado intervalo de tempo, em relação ao número da amostra inicialmente. O cálculo para a obtenção da mesma passa pela consideração das expressões matemáticas (3.1) e (3.4), cuja junção das mesma e sua devida diferenciação, vai dar lugar a:

$$R(t) = 1 - F(t) = 1 - \frac{N_f}{N} \quad - \quad \frac{dR(t)}{dt} = - \frac{1}{N} \frac{dN_f(t)}{dt} \quad (3.8)$$

A partir da análise do resultado obtido em (3.8) e derivação da (3.4), obtém-se a equação final para a FDP:

$$\frac{dF(t)}{dt} = \frac{1}{N} \frac{dN_f(t)}{dt} = - \frac{dR(t)}{dt} \equiv f(t) \quad (3.9)$$

Por outro lado, temos a dita taxa de avarias  $\lambda(t)$ , que não é mais que a probabilidade instantânea condicional de falha e representa a taxa a que os componentes estão a falhar, por unidade de tempo, em relação com os que ainda se encontram em operação até  $t$ . Para a sua obtenção, consideramos a equação (3.9), dividimo-la pelo número de componentes que permanecem em operação  $[N_s(t)]$  e ficamos com a expressão:

$$\begin{aligned} \frac{N}{N_s(t)} \frac{dN_f(t)}{dt} &= - \frac{dR(t)}{N_s(t).dt} \Leftrightarrow \\ \frac{1}{N_s(t)} \frac{dN_f(t)}{dt} &= - \frac{N}{N_s(t)} \frac{dR(t)}{dt} = - \frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt} \equiv \lambda(t) \quad (3.10) \end{aligned}$$

Podemos simplificar o cálculo da probabilidade, assumindo a equação (3.9), obtendo:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (3.11)$$

Esta última probabilidade admitida tem grande importância na obtenção da função de fiabilidade geral que, tendo em consideração o intervalo de tempo  $[0;t]$ , o facto de  $R(0) = 1$  e a sua integração, se apresenta:

$$\begin{aligned} \lambda(t)dt &= -\frac{dR(t)}{R(t)} \Leftrightarrow \int_0^t \lambda(t).dt = \int_1^{R(t)} \frac{1}{R(t)} dR(t) \Leftrightarrow \int_0^t \lambda(t).dt = -[\ln R(t)]_1^{R(t)} \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow \int_0^t \lambda(t).dt = 0 - \ln R(t) \Leftrightarrow \ln R(t) = -\int_0^t \lambda(t).dt \Leftrightarrow \\ &\Leftrightarrow R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} \quad (3.12) \end{aligned}$$

### 3.3.6 – Fiabilidade de Missão

Por outro lado, quando nos é requerido o valor de fiabilidade de missão, são-nos exigidas novas considerações. Assumindo que a missão possa decorrer entre o período de  $t_1$  e  $t_2$ , com  $t_1 > 0$  e integrando a equação (3.9), começamos por considerar a probabilidade incondicional de falha:

$$"F"(t_1, t_2) = \int_{t_1}^{t_2} f(t).dt \quad (3.13)$$

Esta não passa de uma “falsa” probabilidade, visto não ter em consideração a operação antes de  $t_1$ . A determinação da fiabilidade de missão necessita que seja considerada a probabilidade condicional de falha e seu verdadeiro significado, ou seja, que se assuma o tempo de operação anterior ao tempo de missão estudo, e a relação (3.1), que origina:

$$"F"(t_1, t_2) = R(t_1).F(t_1, t_2|t_1) \Leftrightarrow F(t_1, t_2|t_1) = \frac{"F"(t_1, t_2)}{R(t_1)} \quad (3.14)$$

Sendo essa fiabilidade representada por:

$$\begin{aligned} R(t_1, t_2|t_1) &= 1 - F(t_1, t_2|t_1) = 1 - \frac{"F"(t_1, t_2)}{R(t_1)} = \\ &= 1 - \frac{\int_{t_1}^{t_2} f(t).dt}{R(t_1)} = \frac{\int_{t_1}^{\infty} f(t).dt}{R(t_1)} = \frac{R(t_2)}{R(t_1)} = \frac{R(t_1 + \Delta t)}{R(t_1)} \quad (3.15) \end{aligned}$$

### 3.3.7 – Tempos

Através dos cálculos enunciados até ao momento, podemos obter vários elementos de análise fiabilística como a taxa de avarias  $[\lambda(t)]$ , o número de componentes avariados  $[N_f(t)]$  ou até o próprio índice de fiabilidade de um dado item  $[R(t)]$ . Porém, temos ao nosso dispor outros elementos que nos permitem compreender o funcionamento de um determinado componente, a partir de uma avaliação das interrupções detectadas durante a sua operação.

Um dos parâmetros que permite esse tipo de análise designa-se por MTTF – *Mean Time To Failure* – que não é mais que a média dos tempos registados até se detectar uma avaria de um dado equipamento, também chamado de “idade de falha”, e refere-se a componentes não reparáveis. A sua representação matemática é dada por:

$$MTTF = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (3.16)$$

Assumindo a relação entre a expressão acima considerada e a (3.9), obtemos:

$$MTTF = [-t \cdot R(t)]_0^{\infty} + \int_0^{\infty} R(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt \quad (3.17)$$

No caso dos componentes considerados serem recuperáveis por acção de reparações, podemos falar em MTBF – *Mean Time Between Failures* – que se assume como o intervalo médio entre avarias registadas de um dado item, mas apresenta os mesmos procedimentos matemáticos. Ainda assim, e de forma a se obter um valor de tempo por experiência operacional, ainda podemos calcular o MTBF tendo em consideração o número de anomalias detectadas num dado item, o número de itens instalados numa determinada frota e as horas de missão desempenhadas por essa mesma frota [30]. Assim a equação que a caracteriza, neste caso, apresenta-se:

$$MTBF = \frac{\text{Horas de operação} \times N^{\circ} \text{ de componentes em operação}}{N^{\circ} \text{ de anomalias}} \quad (3.18)$$

Para além destes intervalos de tempo, podemos ainda calcular o *Mean Time Between Unscheduled Removals* – MTBUR – que nos indica a que intervalos de tempo médio são executadas substituições não-planeadas, associando-as a anomalias registadas [31]. Assim, e visto não se encontrarem previstas no manual de manutenção de um dado equipamento, este factor leva a uma consciencialização de possíveis problemas de desempenho e níveis de fiabilidade de fábrica. O cálculo para a obtenção do mesmo é feito recorrendo a seguinte expressão:

$$MTBUR = \frac{\text{Horas de operação} \times N^{\circ} \text{ de componentes em operação}}{N^{\circ} \text{ de remoções não programadas}} \quad (3.19)$$

### 3.3.8 – Vida Operacional

Todos os elementos referidos permitem analisar a vida operacional dos componentes, ajudando a caracterização da mesma. Deste modo, podemos construir uma imagem gráfica, ilustrada na Figura 13, capaz de representar os diversos períodos que originam o comportamento de um dado item, durante o desenrolar da sua missão.

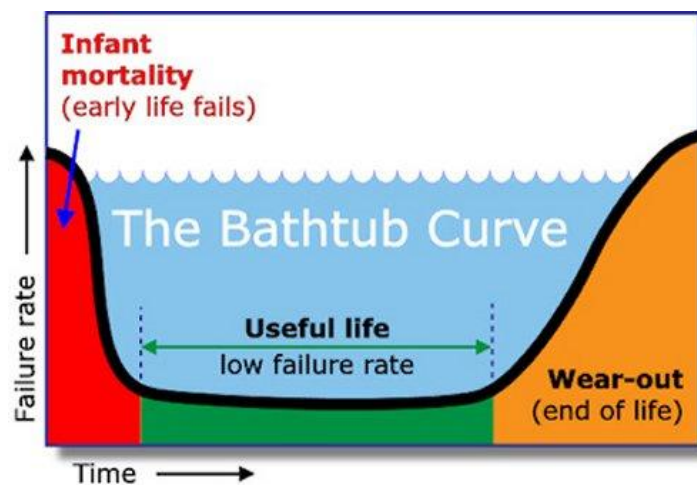


Figura 13 - Curva em Banheira (*Bathub Reliability Curve*) [32]

A essa representação dá-se o nome de “curva em banheira”, estando dividida em três períodos diferentes, nomeadamente:

- **Infância ou Mortalidade Infantil:** Nesta fase, o componente é novo, mas é apresentada uma elevada taxa de avarias devido a possíveis defeitos de fabrico, montagem ou até de instalação. De forma a minimizar este acontecimento deve-se aplicar normas adequadas de modo a garantir a qualidade do produto e desenvolver ensaios práticos a efectuar sobre o mesmo.
- **Vida Útil ou Maturidade:** Terminada a fase de infância, a taxa de avarias tende a estabilizar, apenas havendo registo de anomalias dispersas, não estando associadas a nenhum período específico. Esta fase representa a grande parte da vida dos componentes e termina em  $T_u$ , denominada por vida nominal. Assim, teoricamente, a taxa de avarias  $[\lambda(t)]$  em vida útil é assumida como constante, sendo um comportamento

característico de componentes electrónicos. Esta fase não é melhorada a partir da aplicação de acções preventivas, mas sim através da melhoria da fiabilidade de projecto, utilização de material mais resistente, aplicação de processo de fabrico menos propensos a falhas e até da revisão do programa de manutenção.

- Desgaste: Esta fase é caracterizada pelo crescimento da taxa de avarias, devido à “idade” de serviço do componente e respectivos modos de falhas. Estes últimos devem-se a fadiga, a corrosão ou até a desgaste das superfícies inter-actantes. Assim, podemos concluir que apenas uma pequena percentagem relativa a uma amostra de itens iguais se avaria antes da chamada vida nominal, anteriormente referida, verificando-se um grande número de elementos a falharem entre  $T_u$  e  $T_m$ , designada esta última por vida mediana de um dado componente. A forma mais eficaz de evitar a entrada na fase de desgaste é a substituição da dada unidade em operação, antes de esta atingir  $T_u$ , modo esse utilizado no ramo aeronáutico, evitando possíveis catástrofes e apresentando elevados níveis de fiabilidade.

Apresentando-se como a maior fase de operação, o estudo fiabilístico inicia-se com a análise dos acontecimentos detectados no decorrer da vida útil. Nesta fase, como enunciado, a taxa de avarias considera-se constante, o que leva a que as suas expressões de cálculo de fiabilidade e de FDP, tendo em consideração as equações (3.10) e (3.9), respectivamente, se apresentem:

$$R(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t).dt} = e^{-\lambda.t} \quad (3.20)$$

$$f(t) = \lambda(t).R(t) = \lambda.e^{-\lambda.t} \quad (3.21)$$

A lógica matemática, relativa aos parâmetros acima enunciados, de forma a se verificar, tem de respeitar as seguintes condições:

- Infância do componente em estudo desprezável;
- Ausência de acontecimentos de desgaste durante o tempo de operação, por remoção compulsiva do mesmo antes de  $T_u$ , dado este que se demonstra como sendo o potencial de remoção programada ou do componente.

Caso queiramos calcular a fiabilidade de missão desse item e tendo em consideração a equação (3.15), a mesma é obtida por:

$$R(\Delta t|T) = \frac{R(T + \Delta t)}{R(T)} = \frac{e^{-\lambda.(T+\Delta t)}}{e^{-\lambda.T}} = \frac{e^{-\lambda.\Delta t}.e^{-\lambda.T}}{e^{-\lambda.T}} = e^{-\lambda.\Delta t} \quad (3.22)$$

O facto de o componente se apresentar, quando em vida útil, com taxa de avarias constante, leva a que o índice de fiabilidade, independentemente do instante em que se encontre, seja sempre o

mesmo, para períodos com o mesmo intervalo de tempo  $[\Delta t]$ . Assim, podemos concluir que o componente partirá sempre com as características de novo, o que torna desnecessário e até, possivelmente, prejudicial a substituição preventiva do item quando este opera em vida útil.

A obtenção do valor de MTTF ou de MTBF, quando se encontra na fase de vida útil, está directamente relacionada com a expressão do índice de fiabilidade (3.20):

$$MTTF = MTBF = \int_0^{\infty} R(t)dt = \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} \cdot dt = \left[ \frac{e^{-\lambda t}}{-\lambda} \right]_0^{\infty} = \frac{1}{\lambda} \quad (3.23)$$

Com isto, podemos concluir que o MTTF ou MTBF são inversamente proporcionais à taxa de avarias [33]. Este valor de MTTF/MTBF somente pode ser considerado em vida útil, pois na fase de desgaste este se demonstraria, por se obter na fase anterior valor muito elevados, superior ao valor de  $T_m$ .

Por isto, este parâmetro, segundo as características da fase de vida útil, apresenta-se como sendo um importante indicador de fiabilidade. Isso deve-se ao simples facto de, caso de obtenha um valor elevado de MTBF, isso corresponderá a um elevado nível de fiabilidade e vice-versa, mas sempre considerando que o componente não entre em desgaste.

A equação relativa ao valor de fiabilidade ainda pode sofrer uma simplificação, tendo em conta este último elemento de análise, ficando:

$$R(t) = e^{-\lambda t} = e^{-t/MTBF} \quad (3.24)$$

Todos estes elementos podem ser razão de estudo na aplicação de um plano de fiabilidade. No entanto, podemos ainda considerar um cenário bastante comum na manutenção aeronáutica, em resposta à detecção e correcção de anomalias: cenário com substituição ou reposição de item.

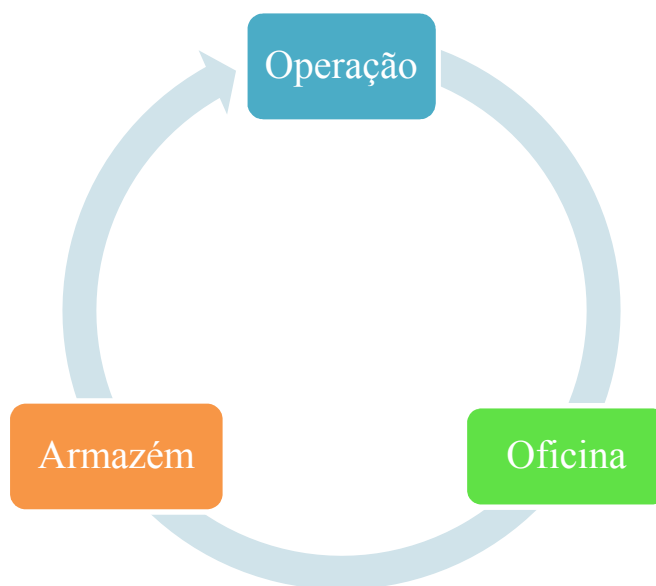
Como caracterização dessa situação, identificamos a taxa de avarias, que, embora permaneça constante, também assume que o número de elementos ainda em operação  $[N_s(t)]$  é sempre igual ao número inicial da amostra considerada  $[N]$ . Isto deve-se ao facto de se praticar a substituição dos componentes que se vão avariando, durante a operação. Matematicamente, e considerando o acima referido, chega-se à seguinte expressão:

$$\lambda = \frac{1}{N} \cdot \frac{N_f}{\Delta t} \quad (3.25)$$

Assim, tendo em consideração o Tempo de Experiência Operacional, definido pela simbologia  $\Delta t^*$  e que não é mais que o produto da multiplicação do número inicial da amostra  $[N]$  e o intervalo de tempo estudado  $[\Delta t]$ , e através da decomposição da equação inicial, podemos obter, também, o número médio de avarias com substituição  $[N_f(t)]$ , valor esse de bastante importância

para o controlo de stock de equipamentos. Este valor será superior ao detectado num cenário sem substituição, pois para que se mantenha o número inicial de amostra é necessário a introdução de novos elementos, quando é revelada uma avaria, o que potencializa o aumento do número de falhas detectadas.

O cenário acima caracterizado – Com Substituição – pode ainda estar ligado ao facto de os componentes serem reparáveis ou não. No caso de se estar a utilizar itens do primeiro tipo, após reparação, é recolocado em serviço as vezes que forem possíveis, até se tornar obsoleto ou a avaria detectada represente uma reparação demasiado dispendiosa, em comparação com o seu valor quando nova. O facto de estarem constantemente a “rodar”, durante a sua vida, entre operação, oficina e armazém, leva a que sejam intitulados como componentes rotáveis. Este ciclo é, graficamente, apresentado na Figura 14.



**Figura 14 - Ciclo representativo da vida de componentes rotáveis**

Terminado o período de vida útil, o item passa para uma fase de desgaste, que neste caso específico não se apresenta com grande interesse quanto ao controlo de falhas, até porque este período deve ser evitado. O interesse que aparece com esta fase está ligada com a identificação da sua localização, de forma a que não seja alcançada. Isto é obtido através da implementação de um plano de manutenção preventiva que indica a substituição de um dado componente antes de esgotar o seu potencial, interligado com  $T_w$ , não afectando o seu índice de fiabilidade de operação quando efectuar uma específica missão.

Este fenómeno é seguido “à risca” no ramo aeronáutico, de forma a nos oferecer um programa de manutenção que proporciona altos níveis de controlo de componentes e fiabilidade de operação, equipamentos com uma fiabilidade de fábrica competitiva frente aos diversos fornecedores e normas a respeitar para que possam ser “*Serviceable*” e, tendo tudo isto em conta, evitando possíveis catástrofes, por sermos capazes de obter aeronaves seguras e aeronavegáveis. Devido a todas estas razões, esta fase não faz parte do plano de fiabilidade em estudo.

### 3.3.9 – Avaliação e Prevenção

Como já foi enunciado, o estudo de fiabilidade tem como objectivo apontar as áreas ligadas ao desenvolvimento e operação de um dado componente que se apresentem débeis. Alguns dos problemas associados a estas fraquezas são:

- Erros de projecto;
- Selecção de material inadequada;
- Defeitos de fabrico;
- Aplicação de um plano de manutenção inapropriado;
- Introdução do componente em ambientes não planeados.

Todos estes elementos têm influência sobre as características de funcionamento do dado item, colocando sobrecargas para as quais não se encontra preparado para suportar.

Assim, de forma a avaliar estes acontecimentos, é necessário implementar um sistema de análise de condição de falha – ACF – que irá, como o nome indica, analisar o desempenho de um dado item, possíveis falhas e acções correctivas a aplicar para as minimizar.

Uma das ferramentas utilizadas como ACF é a análise de modos e efeitos de falha ou, como é mais conhecida na literatura internacional, FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) [34; 35]. Esta análise identifica os potenciais modos de falha e caracteriza-os pelo seu efeito, correspondendo-os a um nível de criticidade.

Existem vários tipos de AMEF, no entanto uma aplicação genérica da AMEF segue o seguinte encadeamento lógico:

- Decomposição do sistema onde se encontra o componente em estudo;
- Descrição das funções do dado item;

- Indicação dos modos de falha detectados, relacionando-os com os seus devidos sintomas e consequências;
- Classificação dessas avarias quanto ao seu grau de criticidade;
- Recolha dos cálculos de probabilidade de falha e fiabilidade dos componentes;
- Apresentação de possíveis acções correctivas, de forma a prevenir o aparecimento das anomalias verificadas, durante a missão.

Outra ferramenta muitas vezes utilizada para a realização de uma ACF é a análise de árvore de falhas (AAF). Esta baseia-se na construção de um fluxograma que relaciona os efeitos de uma determinada anomalia e acções correctivas que previnem a ocorrência de cada um deles e, por isso, a detecção da anomalia correspondente.

No plano posto em prática neste trabalho optou-se pela aplicação de uma AMEF, de forma a que para além de apontar as diversas causas para a ocorrência da falha, se avalie a gravidade das mesmas em aeronaves em operação. Para isso, é calculado o número prioritário de risco, ou como é mais conhecido, o RPN (*Risk Priority Number*) [36] através da seguinte expressão:

$$RPN = Probab. de Ocorrência \times Severidade \times Detectabilidade \quad (3.26)$$

### 3.4 - Controlo de Fiabilidade Aeronáutica

O cliente é cada vez mais exigente quanto à disponibilidade e desempenho dos equipamentos que lhe são oferecidos [37]. Assim, um serviço que não tenha isso em atenção corre o risco de:

- Perda de reputação, aos olhos do consumidor;
- Descida do número de clientes e, por associação, de pacote de negócios;
- Custos elevados relativos a tarefas de manutenção;
- Possíveis penalizações e problemas de fluidez de produto.

A nível nacional a AAN presente é o INAC, que na sua regulamentação fornece uma circular que identifica todas as características que um programa de fiabilidade de aeronaves deve apresentar de modo a ter a sua apresentação, que se identifica como CTI 10-03 [38]. De modo a que se possa verificar os diversos pontos apresentados nesta circular, a AAN disponibiliza uma lista de verificação de cumprimento aos operadores ou proprietários, como ferramenta de uniformização dos Programas de Fiabilidade entregues [39].

Como possível plataforma de arranque para a construção de um Programa de Fiabilidade de Aeronaves, as operadoras utilizam alguma documentação de apoio, como por exemplo manuais disponibilizados pelas forças militares norte-americanas, tais como:

- MIL-HDBK-781: Este documento proporciona aos engenheiros de fiabilidade planos de teste; métodos de teste e possíveis condições de operação [40];
- MIL-STD-2173: Manual descritivo da manutenção centrada na fiabilidade (*Reliability-Centered Maintenance – RCM*), tendo em consideração o “*Maintenance Steering Group*” (MSG) e documentos como o MSG-3 [41];
- NAVAIR 00-25-403: Focado para as aeronaves da marinha, este também é um manual “guia” sobre RCM, apontando programas de controlo, processos de análise e métodos de implementação e melhoria contínua [42].

Assim, operadoras, fabricantes e até consultores apostaram no desenvolvimento de planos, de modo a controlar e avaliar os níveis de fiabilidade.

Como exemplos temos a *BMT Reliability Consultants* [43] que aborda sistemas de controlo fiabilístico através do cálculo de valores de taxa de avarias e intervalos de tempo, como o MTBF, usando registos de falha de equipamentos em teste ou em missão. Para verificação do seu nível de criticidade, esta empresa apresenta como solução a aplicação de uma FMEA.

A Hifly [44] que apresenta o seu Programa de Fiabilidade assumindo os dados das suas aeronaves em operação e expõe o desempenho das mesmas obtendo valores de MTBF, MTBUR e IFSD (*In-Flight Shut-Downs*), sendo este último um parâmetro característico de motores onde se apresenta o número de cortes de motor por horas voadas. Ainda avalia as anomalias que ficam pendentes, tendo como apoio documental o MMEL dos componentes correspondentes, através de um valor médio de ocorrências, identificando níveis de alerta.

Como fabricante, a Honeywell [45] demonstra o relatório fiabilístico (*Reliability Report*), associado ao seu Plano de Fiabilidade, onde apresenta elementos de controlo fiabilístico, tais como a verificação do MTBF, MTBUR e taxa de avarias oferecidas pelos equipamentos que produz, entre outros. Classifica também as várias falhas possíveis de ocorrer, avaliando-as quanto à forma directa ou indirecta como se manifestam.

A NASA apresenta um manual de apoio para o planeamento, desenvolvimento e aplicação de um Programa de Fiabilidade e Manutenção, o NASA-STD-8729.1 [46]. Este documento espelha o Programa de Fiabilidade utilizado por esta empresa, referindo todos os passos a realizar para a obtenção de um plano eficaz, desde a recolha de dados, à análise dos mesmos e acções a tomar a

partir das conclusões obtidas. Fornece, também, exemplos de documentos de registo e apresentação de dados, de modo a que estes tenham uma fácil e objectiva leitura.

A Turbomeca, fabricante de motores, emite durante o ano relatórios de progressos (*Progress Reports*) que apresentam a investigação desenvolvida, em associação com o Programa de Fiabilidade, como forma de actualizar e melhorar os seus equipamentos. Os relatórios tidos em consideração avaliam os motores Arriel 1 [47] e Arriel 2 [48], e apontam as falhas com maior número de ocorrências, dividindo-as por se encontrarem relacionadas com questões operacionais ou por motivos de fabrico e projecto. Essa divisão leva a que sejam calculados os valores de MTBUR e MTBF, respectivamente, das diversas falhas detectadas. Esta última análise pode ser analisada graficamente a partir da observação das Figuras 15 e 16, abaixo apresentadas.

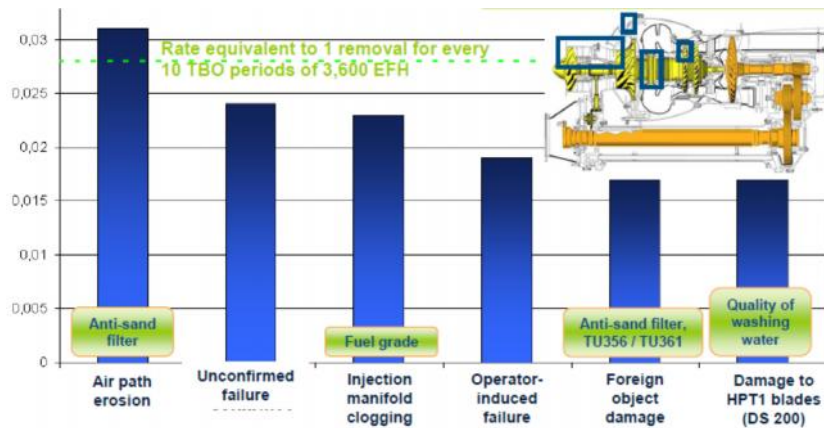


Figura 15 - Gráfico de avaliação de MTBUR de componentes anómalos presentes no motor Arriel 1 [47]

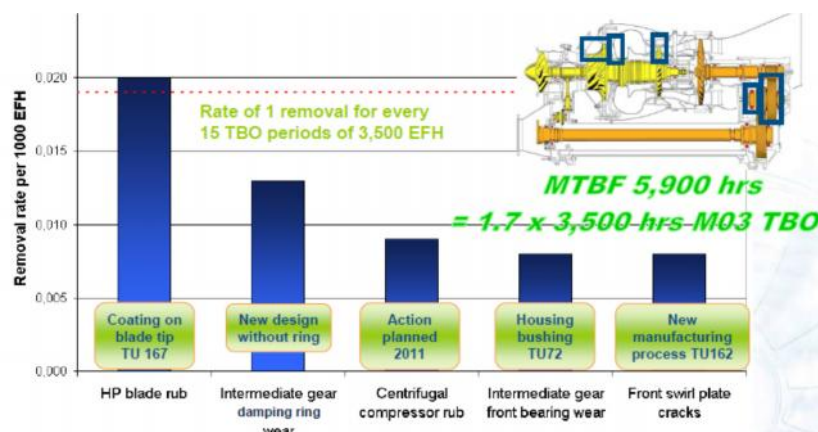


Figura 16 - Gráfico de avaliação de MTBF de componentes anómalos presentes no motor Arriel 2 [48]

Instituições governamentais também se viram na obrigação de implementar sistemas que fornecessem dados fiabilísticos. Nesta situação encontra-se o Departamento de Defesa Norte-Americano (*DoD - Department of Defense – United States of America*) que apoia o seu Programa de Fiabilidade numa ideologia RAM (*Reliability, Availability and Maintainability*) [49], que coordena níveis de fiabilidade com a disponibilidade e manutenção de um dado componente. O documento analisado não é mais que a demonstração dos diversos passos para a aquisição do “*Know-How*” relativo a um sistema RAM, projecto desse sistema e sua implementação. Para isso, o DoD defende que o cuidado e exactidão dos dados retirados de operação para a avaliação do sistema são da mais alta importância.

Todas as empresas acima apresentadas, apoiam-se em documentação que lhes fornece todas as ferramentas para a análise, verificação e avaliação de um Programa de Fiabilidade, mas ainda falta falar de um tipo de apoio, bastante importante e utilizados nos dias de hoje: o informático.

Algumas empresas do ramo, em associação com a indústria aeronáutica, conceberam software capaz de nos dar a conhecer, com um “*background*” relativo a toda a ideologia fiabilística, de forma rápida e precisa todos elementos que necessitamos e podemos usar para avaliar o desempenho de um dado equipamento e, assim, verificar a objectividade do Programa de Fiabilidade aplicado.

Um dos possíveis softwares a utilizar é o JMP [50]. Este, através da aplicação de uma base de álgebra linear e probabilidade, permite avaliar o tempo de vida, degradação e nível de fiabilidade de um dado componente, de forma simples e rápida.

Outro software mundialmente conhecido é o Weibull++ [51]. Este software permite uma análise do desempenho de vida de um dado componente, recorrendo a distribuições de cálculo probabilístico, de uma forma clara e consistente e vocacionada para a engenharia de fiabilidade.

Ainda podemos falar sobre o software desenvolvido e utilizado pela Boeing, o MyBoeingFleet [52], que permite a todas as operadoras que possuam aeronaves deste fabricante aceder pela internet a esta plataforma e analisar os índices de fiabilidade das mesmas, assim como os custos de manutenção.

## Capítulo 4 – Metodologia

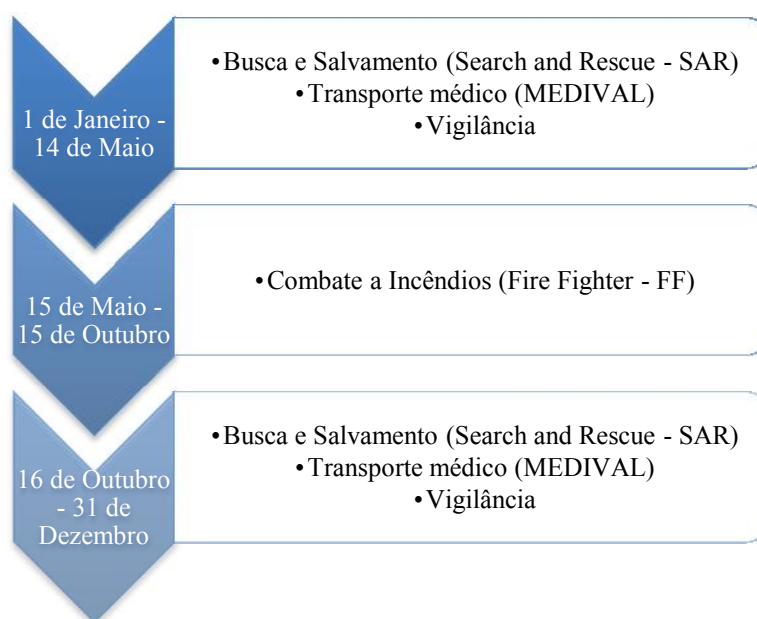
A frota escolhida para a realização deste estudo foi a constituída por seis (6) aeronaves de asa rotativa, normalmente denominados por helicópteros, de marca Kamov, modelo Ka-32A11BC. Estes encontram-se a operar em território nacional e são mantidos pela Helisuporte. As suas características de operação encontram-se expostas no Anexo II. As aeronaves encontram-se identificadas com as seguintes designações:

- KILO;
- LIMA;
- MIKE;
- NOVEMBER;
- OSCAR;
- PAPA.

O período em análise tem a seguinte configuração:

- Início: 1 de Janeiro de 2008
- Fim: 31 de Dezembro de 2010

O tipo de missão desenvolvida por essas aeronaves anualmente apresenta o formato descrito na Figura 17.



**Figura 17 - Fluxograma relativo aos tipos de missões desempenhadas pela frota Kamov anualmente [7]**

Embora a frota Kamov apresente dois tipos de operação diferentes durante o ano, como o seu comportamento anualmente é sempre o mesmo, considerou-se este esquema operacional como o tipo geral de missão da frota Kamov.

De forma a ser possível o desenvolvimento deste estudo foi necessário inicialmente criar uma base de dados, relativa à operação da frota seleccionada, onde estivessem descritas todas as anomalias detectadas durante o tempo de missão idealizado. Com esse intuito foram criados através da utilização do software OFFICE EXCEL®, documentos separados por matrícula de aeronave, descritivos das anomalias registadas por cada ano de operação em estudo. Essa informação foi organizada em formato de tabela em que, para cada anomalia registada também apresenta a seguinte informação adicional (Tabela 1):

**Tabela 1 - Tabela exemplificativa dos dados presentes na base de dados relativa a ocorrências anómalas**

DATA	CAPITULO ATA	CAPITULO MEL	SISTEMA	ANOMALIA	ACÇÃO CORRECTIVA	REPORTADA POR:	LOG. Nº	BASE
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. **Data:** Momento temporal de quando a ocorrência teve lugar;
2. **Capítulo ATA:** Indicação do capítulo ATA associado à ocorrência;
3. **Categoria MMEL:** Existindo registo da ocorrência no MMEL da aeronave em questão, indica-se a categoria que lhe está agregada;
4. **Sistema:** Indicação do sistema, onde o componente a que a ocorrência está ligada, tendo em consideração o Capítulo ATA que o caracteriza;
5. **Anomalias:** Descrição da ocorrência anómala;
6. **Acção Correctiva:** Indicação dos procedimentos executados de forma a solucionar o problema detectado. Por vezes, e devido ao facto de ter uma categoria MMEL correspondente, existe a referência de que a situação ficou ao cuidado da secção 4, que não é mais que um local documental onde a ocorrência fica registada a aguardar acção correctiva. Mais tarde é indicada uma referência por parte da equipa de manutenção, chamada “*Maintenance Entry*”, a descrever essa acção;
7. **Reportada por:** Neste local é salientado se foi a tripulação a detectar o problema, descrito como PILCOM, ou se foi a equipa de manutenção durante uma inspecção, referindo MANUT;
8. **Log Nº:** Refere-se ao número do Relatório Técnico de Bordo (RTB) onde à referência da ocorrência anómala;
9. **Base:** Indica em que base a aeronave estava destacada na altura.

Somente quando se trata de uma situação irregular é que se preenche todos os campos acima enumerados, pois havendo referência a acções de manutenção nos relatórios, estas não estão associadas a nenhuma anormalidade detectada na aeronave e, logo, não se classifica como possível anomalia. Também pode haver referência à remoção de um dado componente, sem haver ocorrência correspondente. Nestes casos, a remoção foi efectuada para corrigir alguma situação anormal detectada noutra aeronave da frota e, logo, essa substituição contabiliza-se estando associada a uma ocorrência.

Completada a base de dados, dá-se início a análise fiabilística idealizada, através de um plano contendo três (3) fases:

- Primeira Fase: Tratamento de dados e identificação de componentes anómalos;
- Segunda Fase: Caracterização fiabilística desses componentes;
- Terceira Fase: Identificação dos seus modos de falha.

#### *4.1 - Primeira Fase*

Dá-se início à primeira fase do estudo, aplicando um formato de tratamento de dados não-paramétrica, a estatística de amostra. Assim, é feita uma análise por ano de operação e aeronave, identificando os capítulos ATA onde há registo de ocorrências. De seguida, tendo em consideração o primeiro requisito assumido como nível de alerta que diz que um Capítulo ATA mostra-se problemático a partir do momento que tem um número de ocorrência superior a 3 (três) ou, vindo em comparação com o número total de ocorrência referidas, independentemente do seu Capítulo ATA, se este apresentar uma percentagem superior a 5%, identificam-se os Capítulos ATA com mais ocorrências correspondentes. Esta consideração deve-se aos seguintes factos:

- Tendo em consideração o número total de ocorrências registadas, em média, por ano e por aeronave, e a diversidade de Capítulos ATA abrangidos, o valor retrata, nesta fase, um nível de alerta justificado;
- O valor de ocorrências médio anualmente encontra-se abaixo das três, logo, referencia-se este como ponto de alerta;
- Número acordado com a empresa como factor de segurança;
- Certas anomalias encontram-se associadas a erros informáticos, situação corrigida com a actualização do sistema, não alterando as propriedades físicas do componente correspondente e o valor considerado oferece um grau de liberdade para estas situações;

- Grande parte dos componentes que registaram situações anormais são LRU's, o que leva a que tenham como resposta correctiva a sua imediata substituição.

Após a identificação é feita uma análise quanto ao componente responsável pela ocorrência registada, apontando a correspondência do número das mesmas ao número real de anomalias detectadas, ou seja, uma anomalia real pode corresponder a várias ocorrências registadas. Aqui enumera-se também o sistema onde se encontra o componente e a razão pela sua substituição ou a acção correctiva aplicada no mesmo de forma a resolver a anomalia. No final podemos identificar o componente problemático, obter o valor de repetição da avaria detectada e sua correspondente correcção.

Feita a análise por aeronave, avalia-se do ponto de vista da frota. Admitindo os resultados que cada aeronave obteve por ano de operação relativa aos Capítulos ATA que apresentaram ocorrências e o número das mesmas, juntando-se e dando lugar ao somatório dos mesmos. Aqui aplica-se a segunda consideração: frente ao resultado obtido de frota, por ano, considera-se um Capítulo ATA problemático quando este apresenta um número de ocorrências superior a 10 (dez), tendo como razões para tal selecção as mesmas apontadas, anteriormente para a primeira consideração, mas como se está a considerar a frota completa, a margem é aumentada.

Após a avaliação anual de operação são comparados os três anos em missão que estão a ser estudados e é avaliado o número de ocorrências, com os seus Capítulos ATA correspondentes. Os resultados são obtidos aplicando uma terceira consideração, que espelha as anteriores considerações, tem em consideração o facto de se tratar dos 3 (três) anos de operação e as duas variantes seguintes:

- Capítulos ATA com um número correspondente de ocorrência entre as 10 (dez) e 30 (trinta) ocorrências, são apontados como Capítulos em Alerta;
- Capítulos ATA com um número correspondente de ocorrências superior a 30 (trinta), são apontados como Capítulos Problemáticos;

De forma a concluir a análise por frota, os Capítulos ATA que se apresentaram problemáticos, foram examinados de forma mais detalhada, de modo a identificar, dentro de cada Capítulo, os sistemas que requerem mais atenção. Assim, obtém-se uma relação entre o número de ocorrências relativo a cada Capítulo ATA e os de cada sistema, presente nele.

No final da primeira fase, teremos o conhecimento dos componentes a ter em atenção para futura verificação fiabilística. Isto é obtido através da comparação entre o resultado final da análise de frota, que especifica o sistema de cada Capítulo ATA problemático (Tabela 2) e a especificação dos componentes anómalos, efectuada por aeronave e ano de operação.

**Tabela 2 – Exemplo da especificação dos sistemas problemáticos, em função do seu Capítulo ATA**

ATA XX [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas ao Capítulo ATA XX, por ano e por aeronave															Número Total de Ocorrências			
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR				PAPA		
1	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	4
Sistema																			
2	3																		

1. **ATA XX [% da Análise Global]:** Valor, em percentagem, que corresponde o número de ocorrências, associadas a um dado Capítulo ATA, tendo em consideração a frota e os três anos de operação;
2. **Sistema:** Identificação do sistema a analisar, de um Capítulo ATA específico;
3. **Número de Ocorrências, associadas ao Capítulo ATA XX, por ano e por aeronave:** Contabilização do número de ocorrências, registadas em cada sistema, por Capítulo ATA, aeronave e ano de operação;
4. **Número Total de Ocorrências,** registadas em cada sistema, nos três anos de operação.

Este confronto de dados é utilizado como contraprova na identificação dos componentes com o maior número de anomalias. Ainda assim, reuniu-se com a direcção de manutenção e sua equipa de engenharia e discutiu-se quais os elementos que deveriam ser escolhidos para uma análise “à lupa”.

## 4.2 - Segunda Fase

Tendo em consideração os componentes anómalos escolhidos para uma análise fiabilística, a segunda fase de estudo é aplicada a cada um desses elementos de igual forma.

Assumido o cenário com substituição, e tendo em consideração os 3 (três) anos de operação, verifica-se as movimentações e tempos em missão de cada tipo de componente por aeronave. Para isto foi necessária a implementação de uma tabela, onde a seguinte informação foi introduzida:

**Tabela 3 - Tabela ilustrativa para a descrição das movimentações dos componentes, por aeronave**

S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

1. **S/N (*Serial Number*)**: Número de identificação de um componente, pertencente a uma específica família de itens, sendo essa caracterizada com um correspondente “*Part Number*” (P/N);
2. **Data de Instalação** do componente;
3. **TECH LOG/WO de Instalação**: Documento técnico onde se encontra registada a instalação desse item;
4. **HRS A/C na Instalação**: Horas de voo que a aeronave apresentava já cumpridas, na altura da instalação do componente;
5. **Data de Detecção de Anomalia** no componente;
6. **TECH LOG/WO de Detecção de Anomalia**: Documento técnico onde se encontra o registo da anomalia nesse item;
7. **HRS A/C de Detecção de Anomalia**: Horas de voo que a aeronave apresentava já cumpridas, quando a anomalia foi detectada no componente;
8. **Motivo**: Descrição da anomalia registada;
9. **Ação**: Acção correctiva executada, em função da anomalia detectada.

Tendo essa verificação executada, uma nova análise é realizada de forma a comprovar a correcta movimentação de componentes entre aeronaves e armazém. Assim, organizou-se os diferentes S/N de um determinada componente, de modo a visualmente melhor se detectarem as suas deslocações e calcularem-se os tempos de operação de cada um, quando instalados e em operação.

De forma a se caracterizar a aeronave e os variados componentes pertencentes à mesma família, teve-se em consideração os seguintes pontos:

- O tempo total de operação da frota corresponde ao somatório das horas de voo de todas as aeronaves pertencentes à frota;
- O tempo médio anual considerado foi a média do tempo total de operação e os 3 (três) anos de operação;
- A missão apresenta-se, como já foi referido, em cenário com substituição;
- Tendo em atenção o tempo de operação efectuado por cada componente e o tempo de vida útil atribuído pelo fabricante (número máximo de horas que o componente pode operar), registado no seu devido certificado de tipo (Anexo VII), os componentes não se encontram em fase de desgaste, ou seja, encontram-se a operar no seu período de vida útil, o que lhe atribui uma taxa de avarias constante ( $\lambda = \text{constante}$ );
- No caso de se verificar uma remoção por conveniência de serviço, este acto propriamente dito não é considerado uma anomalia;

- As remoções por conveniência de serviço, como são efectuadas de forma rápida e sem que o componente seja influenciado por elementos externos, não irão adulterar o funcionamento do componente removido, logo, embora esteja numa aeronave diferente, o seu tempo de operação, iniciado na outra, continua a ser contabilizado, sem paragem.

Assim, caracterizou-se a nível da fiabilidade a frota, as diversas aeronaves e cada componente, independentemente. Nesta caracterização determinaram-se os seguintes elementos, tendo em consideração o que foi apresentado no Capítulo III:

- MTBF (*Mean Time Between Failures*);
- Taxa de Avarias (*Failure Rate*);
- Índice de Fiabilidade (*Reliability*);
- Índice de Fiabilidade percentual (*Reliability [%]*);
- Número Médio de Avarias Anual;
- MTBUR (*Mean Time Between Unscheduled Removals*).

Este último ponto apenas foi desenvolvido para a avaliação da fiabilidade da frota e de cada aeronave, de forma a determinar as necessidades do ponto de vista de stock. Neste caso também foram tidos em consideração o número de componentes da mesma família presentes na frota e em cada aeronave.

### 4.3 - Terceira Fase

A terceira e última fase do estudo leva-nos a analisar os componentes quanto à condição de falha de cada um deles. Para isso foi adoptada a aplicação da FMEA, assumindo os seguintes requisitos e escalas de avaliação apresentadas na Tabela 4:

- Requisitos:
  - Componente;
  - Anomalia detectada;
  - Acção correctiva aplicada;
  - Avaliação do seu nível de:
    - Probabilidade de Ocorrência;
    - Detectabilidade;
    - Severidade ou Gravidade das Consequências;
    - Recomendações/Resolução.

- Escalas:

**Tabela 4 - Escala a aplicar na FMEA**

<b>Escalas</b>	
<b><u>Probabilidade de Ocorrência</u></b>	1 - Acontecimento Raro
	2 - Pouco Frequente
	3 - Frequente
	4 - Muito Frequente
<hr/>	
<b><u>Detectabilidade</u></b>	1 - Muito Facilmente Detectável
	2 - Facilmente Detectável
	3 - Dificilmente Detectável
	4 - Muito Dificilmente Detectável
<hr/>	
<b><u>Severidade</u></b>	1 - Sem Consequência Relevante
	2 - Consequência Normal
	3 - Consequência Grave
	4 - Consequência Muito Grave
<hr/>	
<b><u>Resolução</u></b>	1 - Muito Fácil
	2 - Fácil
	3 - Média
	4 - Difícil

O presente estudo, com a aplicação desta metodologia, foi efectuado em associação com a equipa técnica, de forma a transparecer o conhecimento dos mesmos, em função das anomalias que caracterizam a frota. Assim, podemos avaliar as diversas anomalias detectadas na frota e respondendo conforme o seu nível de criticidade.

## CAPÍTULO V – Resultados da Aplicação da Metodologia

Aplicando a metodologia demonstrada anteriormente ao caso de estudo, obtiveram-se diversos resultados relativos às diferentes fases da análise.

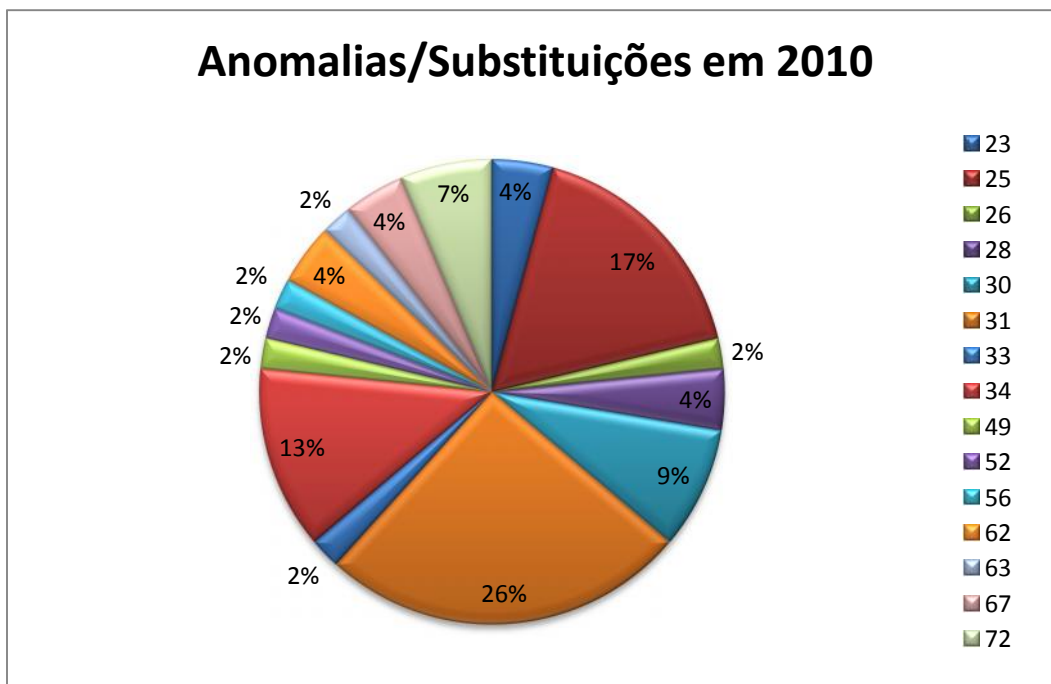
Para facilitar a leitura apresenta-se, no Anexo III, uma listagem dos diversos Capítulos ATA.

Tendo em consideração a base de dados desenvolvida como a ferramenta de organização das ocorrências anómalas registadas, da qual se apresenta como exemplo a listagem de uma das aeronaves no Anexo IV (KILO), obtiveram-se resultados relativos à contagem das ocorrências, por ano e por aeronave. Vejamos agora mais em pormenor o caso da aeronave KILO, podendo a mesma análise e resultados para às restantes aeronaves ser analisados no Anexo V.

**Tabela 5 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave KILO**

2008		2009		2010	
Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências
23	5	22	1	23	2
25	16	23	3	25	8
26	1	24	7	26	1
29	2	25	13	28	2
30	2	26	1	30	4
31	8	28	2	31	12
32	4	29	2	33	1
33	2	30	1	34	6
34	21	31	10	49	1
52	2	32	1	52	1
62	7	33	7	56	1
63	4	34	13	62	2
67	1	56	1	63	1
71	1	62	1	67	2
		63	2	72	3
		67	1		
		71	2		
		72	1		
		80	1		
<b>Nº total de ocorrências</b>	76	<b>Nº total de ocorrências</b>	70	<b>Nº total de ocorrências</b>	47





**Figura 20 - Gráfico representativo dos valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave KILO**

A partir de uma análise superficial aos dados obtidos nesta primeira abordagem, podemos detectar que em grande parte dos casos o número total de ocorrências tem vindo a diminuir. Esta tendência deve-se a determinados factos como melhoria de equipamento, novas actualizações de software e crescente “*Know-How*” das equipas de manutenção.

Detectados os Capítulos ATA problemáticos, a nível de cada aeronave, passou-se por fazer corresponder o número de anomalias a componentes a que estão relacionados. Novamente é apenas apresentada a análise à aeronave KILO, como exemplo. Para as restantes aeronaves ver Anexo VI.

**Tabela 6 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2008.**

2008				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Ação Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	Intercommunication System	ICS	COMM #2 INOP	1
	VHF Communications	RT-5000	Substituição	1
		C-5000	RT-5000 INOP	1
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Cabo Partido	2
			Válvula INOP	2
			Substituição	6
	Hoisting	Hoist	Cabo Partido	1
			Substituição	2
	External Store System	AF-65 Lock	Partido	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Substituição	1
			Testado OK	3
			Secção 4	1
	Airborne Flight Data Recorder	FDR	Substituição	1
ATA 32	MLG Shock Strut	MLG	Calibração	3
			Secção 4	1
ATA 34	Standby Magnetic Compass	Battery	Substituição	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	Testado OK	2
	Airspeed Indicating System	ASI	Tubo analógico conectado	1
		ADC	Contactos Limpos	1
			INOP	2
	Automatic Position Finder	MDF	INOP	1
	Pitot-Static	Tube	Reapertado	1
	Control Panel	Nav. System Panel	INOP	1
Horizontal Situation Indicator	DME #2	Secção 4	1	
		Testado OK	1	
ATA 62	Blades	Pás	Calibração	6
			Inspeção OK	1
ATA 63	Gearbox	Covers	Removido	1
	Gearbox Oil System	Filtro	Limpo	2
		GB Oil System	Reabastecimento de óleo	1

**Tabela 7 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2009.**

2009				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 24	Batteries	Bateria	Substituição	1
	AC Generator	Gerador	Gerador INOP	4
	Transformer	Transformador	Testado OK	1
Substituição			1	
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Bomba INOP	1
			Cabo partido	1
			Válvula INOP	2
			Suspension Line substituída	1
			Substituição pela Garantia	1
			Testado OK	1
	Hoisting	Hoist	Substituição	2
			"Birdcage" danificada	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Testado OK	1
			Limpeza de fichas	1
			Substituição	1
	Airborne Flight Data Recorder	FDR	Substituição	2
			Block Nº7 ajustado	1
ATA 33	Additional Lighting	Lâmpada	INOP	1
	Cabin Light	Lâmpada (Pilot Side)	INOP	1
	Landing Light	Lâmpada RH	INOP	1
	Lighting System	Lâmpada (Painel Principal)	INOP	1
		Lâmpada (Bottle Nº1)	INOP	1
		Lâmpada Tank #2 (RH e LH)	INOP	1
	Searchlight	Lâmpada	Substituição	1
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Substituição	1
			Actualização	1
	Automatic Direction Finder	ADF	Contacto da antena limpo	1
		GNS	INOP	2
	Horizontal Situation Indicator	DME #2	Testado OK	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	Testado OK	1
			Substituição	1
			Leituras erradas	1
Vertical Speed Indicator	VSI analógico	Limpeza de contactos	2	

**Tabela 8 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave KILO, durante 2010.**

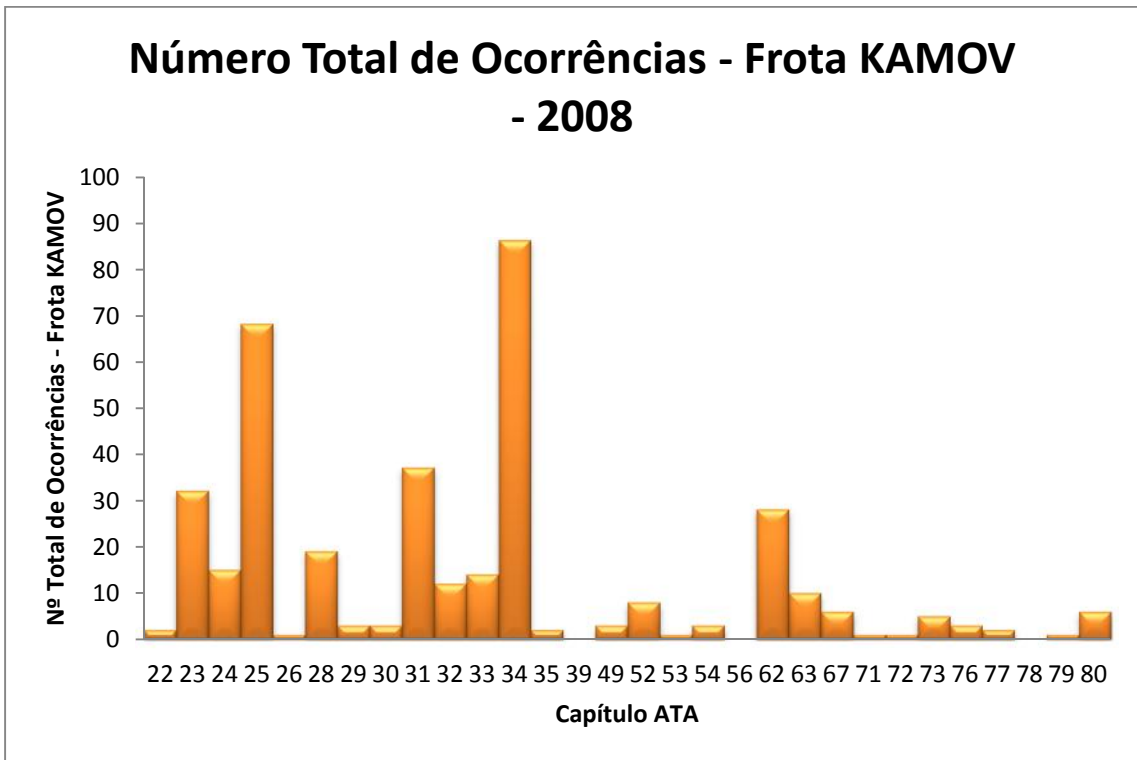
2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Switch Ajustado	1
			Bomba e bumper block substituidos	1
			Testado OK	1
			Saco da Tina rasgado	1
			Válvula INOP	1
	Substituição	2		
	Hoisting	Hoist	Cabo partido	1
ATA 30	Main Rotor Anti-Icing System	Main Rotor Anti-Icing System	Testado OK	1
			Substituição de fichas	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Testado OK	3
			Reapertado botão PRM	1
		Interface Unit	Fichas rectificadas	1
			Substituição	1
			INOP	1
	Warning Signal Unit	MWL (WSU)	Contactos limpos	1
ATA 34	Automatic Direction Finder	GNS	INOP	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	Contactos reparados	1
	Wheather Radar	WXR	Testado OK	2
			Testado OK	1

Analisando os resultados nesta fase podemos confirmar que grande parte dos componentes que mostram anomalia são LRU's, pelo que as acções correctivas mais comuns registadas são a limpeza de contactos e a substituição dos componentes.

Após a análise por aeronave, executou-se a análise tendo em consideração a frota. Os resultados obtidos, por ano de operação, foram:

Tabela 9 - Resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2008

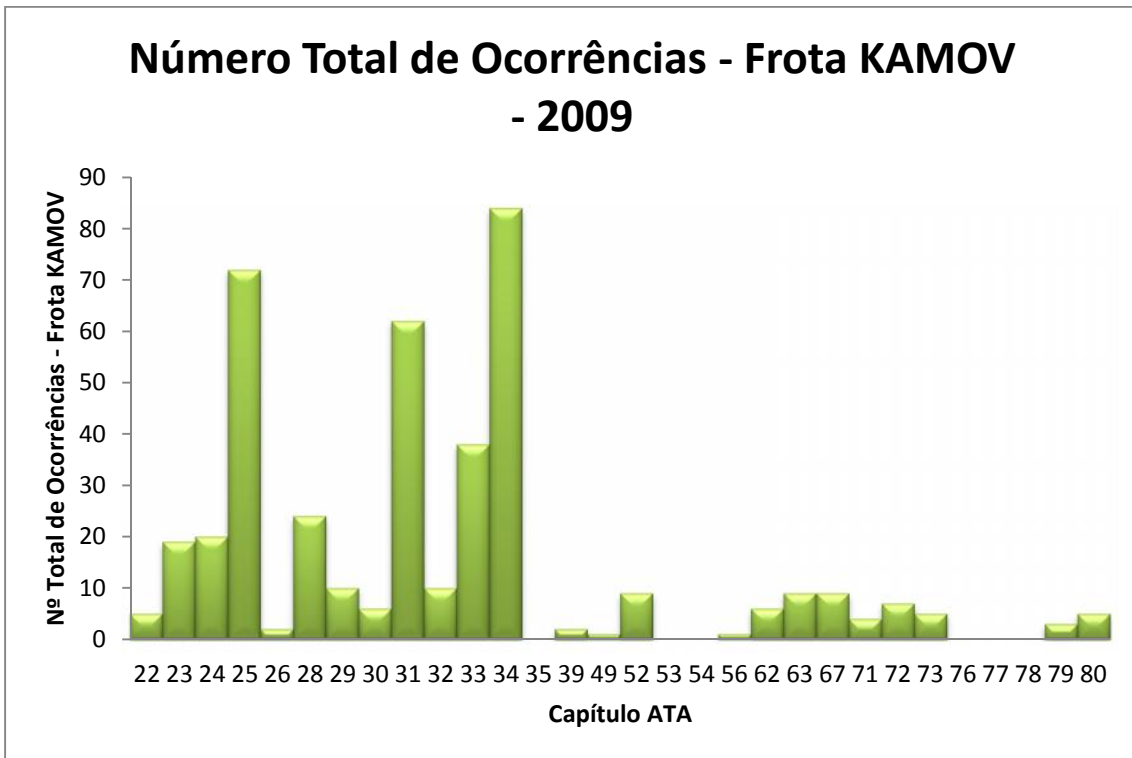
Cap. ATA	KILO	LIMA	MIKE	NOVEMBER	OSCAR	PAPA	Nº Total ocorrências (FROTA)
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	1	1	2
23	5	6	3	4	12	2	32
24	0	3	3	1	3	5	15
25	16	16	12	6	10	8	68
26	1	0	0	0	0	0	1
28	0	2	8	3	3	3	19
29	2	1	0	0	0	0	3
30	2	0	0	0	0	1	3
31	8	16	7	3	3	0	37
32	4	2	2	0	1	3	12
33	2	5	2	3	2	0	14
34	21	10	20	9	17	9	86
35	0	0	0	1	0	1	2
39	0	0	0	0	0	0	0
49	0	0	2	1	0	0	3
52	2	2	1	1	1	1	8
53	0	0	0	0	1	0	1
54	0	2	1	0	0	0	3
56	0	0	0	0	0	0	0
62	7	6	4	5	0	6	28
63	4	0	2	2	1	1	10
67	1	3	0	0	1	1	6
71	1	0	0	0	0	0	1
72	0	0	0	1	0	0	1
73	0	0	0	0	5	0	5
76	0	0	0	0	3	0	3
77	0	0	2	0	0	0	2
78	0	0	0	0	0	0	0
79	0	1	0	0	0	0	1
80	0	0	0	0	6	0	6
<b>Nº Total ocorrências (Aeronave)</b>	<b>76</b>	<b>75</b>	<b>69</b>	<b>40</b>	<b>70</b>	<b>42</b>	



**Figura 21 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2008**

Tabela 10 - Resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2009

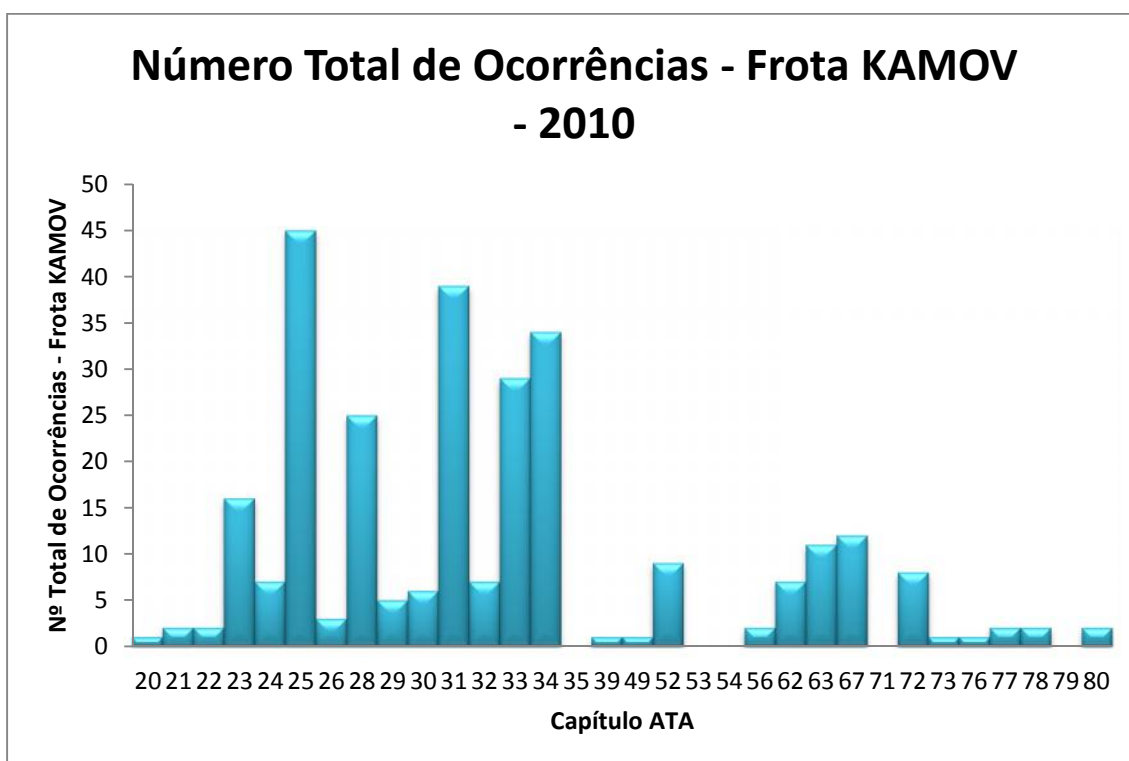
Cap. ATA	KILO	LIMA	MIKE	NOVEMBER	OSCAR	PAPA	Nº Total ocorrências (FROTA)
20	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0
22	1	3	0	0	0	1	5
23	3	5	0	1	1	9	19
24	7	3	5	2	3	0	20
25	13	5	18	15	12	9	72
26	1	0	0	1	0	0	2
28	2	3	10	3	2	4	24
29	2	0	2	0	2	4	10
30	1	1	2	1	0	1	6
31	10	12	14	16	9	1	62
32	1	2	5	1	0	1	10
33	7	6	14	7	0	4	38
34	13	32	7	15	12	5	84
35	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	2	0	0	0	2
49	0	1	0	0	0	0	1
52	0	2	0	3	2	2	9
53	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0
56	1	0	0	0	0	0	1
62	1	0	0	2	3	0	6
63	2	0	3	2	1	1	9
67	1	0	3	3	1	1	9
71	2	0	1	0	1	0	4
72	1	0	0	4	0	2	7
73	0	0	0	1	3	1	5
76	0	0	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0
78	0	0	0	0	0	0	0
79	0	0	0	2	1	0	3
80	1	0	0	4	0	0	5
<b>Nº Total ocorrências (Aeronave)</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>86</b>	<b>83</b>	<b>53</b>	<b>46</b>	



**Figura 22 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2009**

Tabela 11 - Resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2010

Cap. ATA	KILO	LIMA	MIKE	NOVEMBER	OSCAR	PAPA	Nº Total ocorrências (FROTA)
20	0	0	1	0	0	0	1
21	0	2	0	0	0	0	2
22	0	0	0	0	0	2	2
23	2	1	1	4	7	1	16
24	0	1	2	0	4	0	7
25	8	12	13	4	2	6	45
26	1	0	2	0	0	0	3
28	2	0	7	8	4	4	25
29	0	0	0	2	2	1	5
30	4	1	1	0	0	0	6
31	12	5	7	4	0	11	39
32	0	2	2	0	2	1	7
33	1	7	6	6	2	7	29
34	6	6	5	7	6	4	34
35	0	0	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	1	1
49	1	0	0	0	0	0	1
52	1	2	1	0	5	0	9
53	0	0	0	0	0	0	0
54	0	0	0	0	0	0	0
56	1	0	0	1	0	0	2
62	2	0	3	0	0	2	7
63	1	0	1	0	6	3	11
67	2	1	3	3	2	1	12
71	0	0	0	0	0	0	0
72	3	0	0	3	0	2	8
73	0	0	0	0	1	0	1
76	0	0	1	0	0	0	1
77	0	0	0	0	1	1	2
78	0	0	0	2	0	0	2
79	0	0	0	0	0	0	0
80	0	0	1	0	1	0	2
<b>Nº Total ocorrências (Aeronave)</b>	<b>47</b>	<b>40</b>	<b>57</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>47</b>	



**Figura 23 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registradas na frota, em 2010**

Observando os resultados obtidos pela frota, por cada ano estudado, tem-se uma ideia dos Capítulos ATA a ter em atenção, encontrando-se estes evidenciados a vermelho, respeitando a segunda consideração referida na metodologia. De forma a comprovar esses resultados, compararam-se os 3 (três) anos de operação em simultâneo, obtendo-se as ocorrências por Capítulo ATA apresentadas na Tabela 12:

**Tabela 12 - Resultados da análise de ocorrências registradas na frota, dos 3 (três) anos de operação**

ATA	2008	2009	2010	Total
20	0	0	1	1
21	0	0	2	2
22	2	6	2	10
23	32	19	16	67
24	15	20	7	42
25	68	72	45	185
26	1	2	3	6
28	19	24	25	68
29	3	10	5	18
30	3	6	6	15
31	39	62	39	140
32	12	10	7	29
33	14	38	29	81
34	85	85	34	204
35	2	0	0	2
39	0	2	1	3
49	3	1	0	4
52	8	9	9	26
53	1	0	0	1
54	3	0	0	3
56	0	1	2	3
62	28	6	7	41
63	10	9	11	30
67	6	8	12	26
71	1	4	0	5
72	1	9	9	19
73	5	4	1	10
76	3	1	1	5
77	2	0	2	4
78	0	0	2	2
79	1	3	0	4
80	6	3	1	10

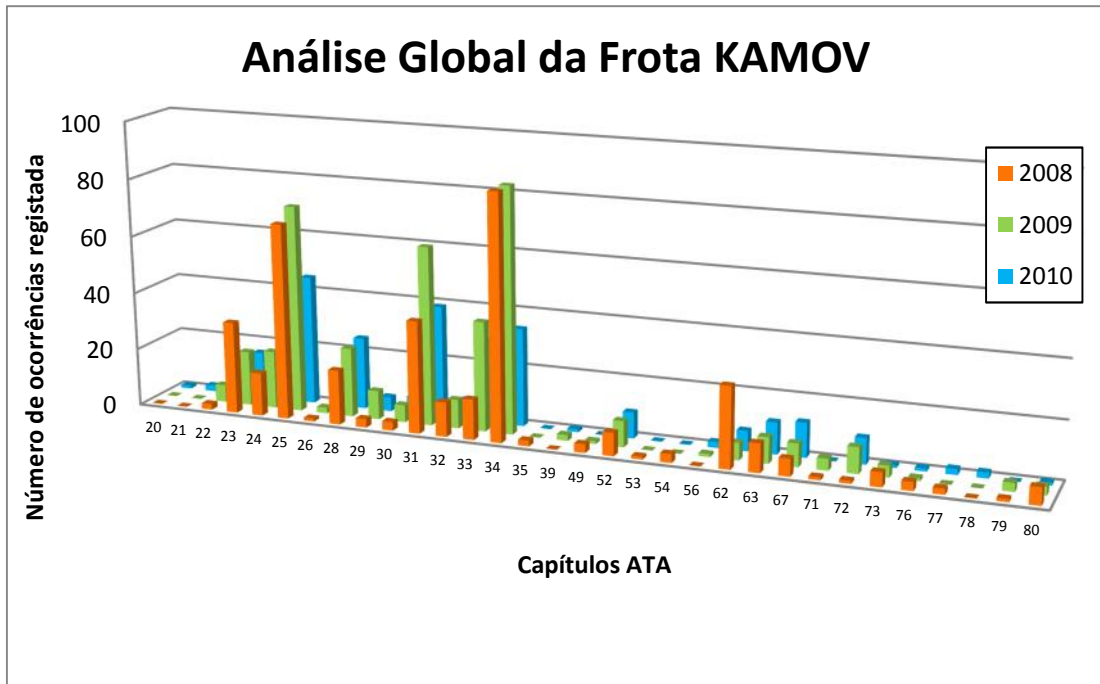


Figura 24 - Gráfico representativo dos resultados da análise de ocorrências registradas na frota nos 3(três) anos de operação

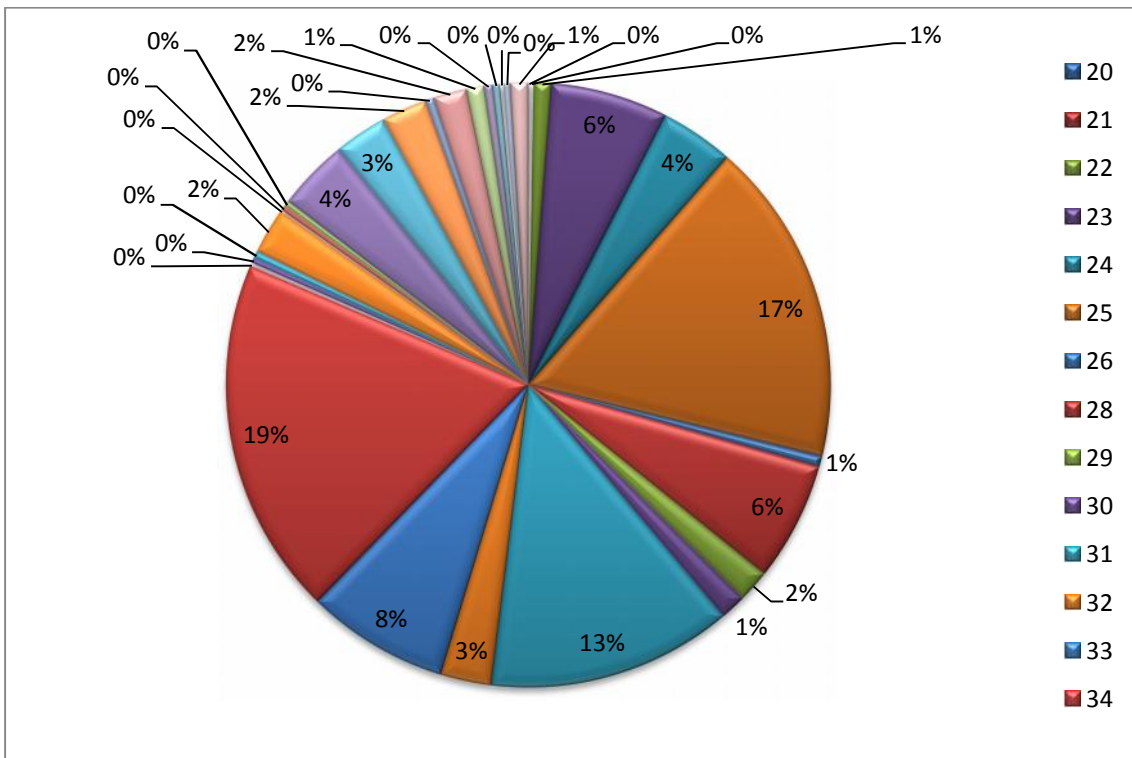


Figura 25 - Gráfico representativo dos resultados, em percentagem, da análise de ocorrências registradas na frota nos 3 (três) anos de operação

Com base nesta análise, pode-se afirmar que os seguintes Capítulos são os que se revelaram problemáticos, apresentando um número elevado de ocorrências, tendo em consideração a terceira consideração apontada:

- ATA 23 (Comunicações);
- ATA 24 (Sistema Eléctrico);
- ATA 25 (Equipamentos);
- ATA 28 (Sistema de Combustível);
- ATA 31 (Sistemas de Indicação);
- ATA 32 (Sistema de Aterragem);
- ATA 33 (Iluminação);
- ATA 34 (Navegação);
- ATA 62 (Rotor).

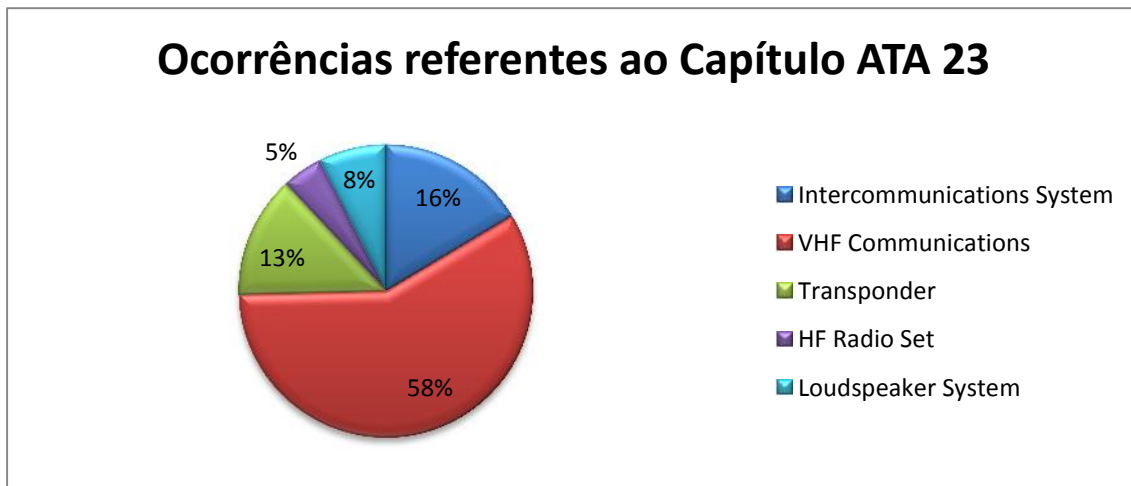
Desta forma, podemos, também, afirmar que alguns dos outros capítulos tais como o ATA 52; 63 ou 67, entre outros, que se apresentam evidenciados em amarelo, por respeitarem a consideração acima referida, devem ser tomados em atenção, devido à potencialidade de virem a se tornar problemáticos.

De seguida especificaram-se e analisaram-se os diversos sistemas, presentes nos Capítulos ATA denominados problemáticos, que correspondem a valores percentuais superiores, tendo-se obtido as seguintes evidências:

- CAPÍTULO ATA 23

**Tabela 13 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 23**

ATA 23 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas ao Capítulo ATA 23, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências			
	6%			KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR				PAPA		
SISTEMAS	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	08	09	10	
Intercommunications System	1		1	2		1				1		2							3			11
VHF Communications	4	2		3	4		1		1	1	1	2	5	1	7	1	5	1				39
Transponder		1	1		1		2						3						1			9
HF Radio Set				1									2									3
Loudspeaker System										2			2			1						5



**Figura 26 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 23, a partir da sua caracterização percentual**

Por forma a não sobrecarregar o texto principal do presente documento optou-se por colocar os restantes Capítulos ATA, onde se encontram especificados os sistemas problemáticos, no Anexo VII. Nesta fase, foram apontados os Capítulos ATA 24 e 62 como problemáticos, devido a temperaturas registadas apenas quando a aeronave se encontra a operar em incêndios e a vibrações, respectivamente. Sendo esta situação do conhecimento da equipa de engenharia e não são levantados problemas quanto a isso, a atenção sobre estes sistemas é minimizada.

Finalizada esta fase, identificaram-se os sistemas de cada Capítulo a ter em atenção, tais como:

- *VHF Communications* (Capítulo ATA 23);
- *Fuel Quantity System* (Capítulo ATA 28);
- *Electronic Flight Instrument System* (Capítulo ATA 31);
- *Airspeed Indication System* (Capítulo ATA 34).

Assim, tendo em consideração os resultados obtidos na primeira fase e o “*Know-How*” da equipa de engenharia, foram escolhidos para caracterização fiabilística, ou seja, implementação da segunda fase, os seguintes componentes:

- RT-5000 [P/N: 400-015525-0101] (Capítulo ATA 23 – Comunicações);
- C-5000 [P/N: 31300-0101-1200] (Capítulo ATA 23 – Comunicações);
- *Fuel Boost and Transfer Pumps* [P/N: ЭЦН-75Б] (Capítulo ATA 28 – Sistema de Combustível);
- *Fuel Control System* [P/N LCD 14-0417] (Capítulo ATA 28 – Sistema de Combustível);

- EFIS (*Electronic Flight Instrument System*) [P/N: ИМ 16-3-Э] (Capítulo ATA 31 – Equipamento de indicação);
- IU (*Interface Unit*) [P/N: БС-226] (Capítulo ATA 31 – Equipamento de indicação);
- ADC (*Air Data Computer*) [P/N: BBC-226-Э] (Capítulo ATA 34 – Sistemas de Navegação).

Estes componentes apresentam os seguintes limites de vida útil:

**Tabela 14 - Valores de vida útil dos diversos componentes em estudo [22]**

Componentes	P/N	SLL [h]
ADC	BBC-226-Э	18000
Pumps	ЭЦН-75Б	4000
Fuel Control System	LCD 14-0417	6000
RT5000	400-015525-0101	18000
Control Box (RT-5000)	31300-0101-1200	18000
EFIS	ИМ 16-3-Э	18000
Interface Unit	БС-226	18000

Assim, passamos para a segunda fase do estudo, cumprindo com a actualização da base de dados relativa às movimentações de cada tipo de componente, realizadas por aeronave, como explicado na metodologia a aplicar. Como exemplo da mesma, encontra-se no Anexo IX, a demonstração das movimentações do EFIS na aeronave KILO.

Concluído o estudo por aeronave, verifica-se as movimentações de cada componente dentro da sua família. Os resultados da mesma encontram-se no Anexo X, para consulta.

Com isto, passou-se então para os cálculos dos níveis de fiabilidade da frota, de cada aeronave e de cada componente com o mesmo “*Part Number*”, durante os três anos de operação. O número de componentes instalados em cada aeronave foi obtido através da consulta do manual de manutenção da aeronave [22].

De seguida mostram-se os resultados obtidos para a família dos componentes EFIS, encontrando-se os resultados das restantes aeronaves no Anexo XI.

Tabela 15 - Nível de Fiabilidade da Frota Kamov

FIABILIDADE DA FROTA							
Frota	Horas voadas pela frota	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	MTBUR [h]
EMA-KAMOV	5249:15:00	3315,32	0,00030	0,58991	58,99%	5	4499,36

Tabela 16 - Níveis de Fiabilidade por aeronave

FIABILIDADE POR AERONAVE							
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	490,46	0,00204	0,02822	2,82%	2	980,92
LIMA	763:13:00	305,29	0,00328	0,00324	0,32%	2	381,61
MIKE	924:12:00	369,68	0,00271	0,00880	0,88%	2	369,68
NOVEMBER	853:09:00	853,15	0,00117	0,12862	12,86%	2	1706,30
OSCAR	819:43:00	546,48	0,00183	0,04069	4,07%	2	819,72
PAPA	908:03:00	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF

Tabela 17 - Níveis de Fiabilidade por S/N do componente

FIABILIDADE POR COMPONENTE						
S/N do componente	Horas voadas pela frota	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	MTBUR [h]
3640470080	460:19:00	153,44	0,00652	0,00001	0,00%	153,44
3640470077	803:41:00	803,68	0,00124	0,11336	11,34%	803,68
3640270073	724:37:00	724,62	0,00138	0,08939	8,94%	INF
3640960063	963:38:00	963,63	0,00104	0,16271	16,27%	INF
3640960061	654:26:00	327,22	0,00306	0,00476	0,48%	327,22
3640960060	935:44:00	311,91	0,00321	0,00366	0,37%	467,87
3640470076	853:36:00	853,60	0,00117	0,12875	12,88%	853,60
3640270071	440:35:00	146,86	0,00681	0,00001	0,00%	146,86
3640270063	955:09:00	INF	0,00000	1,00000	100,00%	INF
3640470079	196:30:00	440,58	0,00227	0,01885	1,88%	196,50
3640960064	840:47:00	146,86	0,00681	0,00001	0,00%	840,78
3640270072	908:03:00	INF	0,00000	1,00000	100,00%	INF
3640470078	908:03:00	INF	0,00000	1,00000	100,00%	INF
3640270070	853:09:00	INF	0,00000	1,00000	100,00%	INF

Obtidos os resultados para os diferentes componentes, detectou-se que algumas aeronaves e alguns componentes de cada família, por não apresentarem registos de anomalias ou remoções efectuadas, apresentam por isso (e no final dos três anos de missão) valores de fiabilidade de 100% e intervalos de tempo a tender para o infinito. Os valores registados encontram-se muito abaixo do esperado para equipamentos em função na área aeronáutica e com as funções que desempenham, tendo a frota em atenção.

A terceira fase é a última a aplicar, sendo apresentado no Anexo XI o resultado da aplicação da FMEA associada aos dados obtidos sobre as anomalias

Avaliando a FMEA resultante da aplicação da terceira fase podemos constatar que o valor máximo de risco é 8 (oito), associado aos componentes que podem fornecer ou tratar de dados de navegação. As bombas de combustível, quando inoperativas, demonstram-se um grave problema a ter em atenção.

## Capítulo VI – Conclusões e Trabalhos Futuros

A partir da análise da base de dados relativa às ocorrências registadas nos 6 (seis) helicópteros KAMOV no período de 2008 a 2010, pode-se constatar um elevado número de ocorrências relativas aos Capítulos ATA apontadas nos resultados com possível origem em programação anómala dos equipamentos ou fraca qualidade de material usado no fabrico dos componentes.

Embora, por regra geral, os valores referentes às anomalias constatadas nos diferentes capítulos ATA tenham vindo a diminuir, o Cap. 28 apresenta uma tendência de aumento. Uma das possíveis causas deste problema é o erro informático, associado ao sistema de indicação de combustível.

As melhorias que se têm vindo a detectar podem ser atribuídas à correcção dos problemas levantados anteriormente, a partir de actualização do software utilizado e ao uso de materiais mais resistentes.

Após a selecção dos Capítulos a analisar foram detectados os sistemas problemáticos que, devido à sua componente electrónica, podemos apontar como hipótese uma deficiente configuração ou funcionamento em condições não especificadas dos componentes electrónicos presentes nestes sistemas.

Identificados os componentes alvo de uma caracterização fiabilística, passou-se para a segunda fase, da qual podemos concluir que:

- Ao nível da frota, e tendo em atenção os parâmetros de qualidade descritos pelo MSG-3, os componentes apresentam na sua grande parte valores de níveis de fiabilidade abaixo do esperado, como é visível na Tabela 18, visto se tratarem de elementos de carácter electrónico.

**Tabela 18 - Caracterização fiabilística conclusiva da frota Kamov**

CAPÍTULO ATA	Componentes	P/N	Fiabilidade [%]	MTBF [h]	MTBUR [h]
23	RT5000	400-015525-0101	80,07%	7873,88	15747,75
23	Control Box (RT-5000)	31300-0101-1200	80,07%	7873,88	7873,88
28	Pumps	ЭЦН-75Б	95,03%	34358,73	47243,25
28	Fuel Management	LCD 14-0417 + УБР-П	60,65%	3499,50	3936,94
31	EFIS	ИМ 16-3-Э	58,99%	3315,32	4499,36
31	Interface Unit	БС-226	67,78%	4499,36	7873,88
34	ADC	BBC-226-Э	65,92%	4199,40	5249,25

Analisando o número de bombas de combustível presente na frota, é necessário prestar também especial atenção;

- Ao nível das diversas aeronaves podemos apontar as que apresentam maiores e menores índices de fiabilidades, tal como descrito resumidamente na Tabela 19.

**Tabela 19 - Caracterização fiabilística conclusiva, por aeronave**

COMPONENTES	FIABILIDADE POR AERONAVE	
	NÍVEL MAIS ALTO	NÍVEL MAIS BAIXO
RT-5000	KILO; LIMA; NOVEMBER; OSCAR	PAPA
C-5000	LIMA; MIKE; NOVEMBER	PAPA
FUEL PUMPS	KILO; LIMA; OSCAR	NOVEMBER
FUEL CONTROL SYSTEM	PAPA	MIKE
EFIS	PAPA	LIMA
IU	NOVEMBER	MIKE
ADC	OSCAR	MIKE

As aeronaves com o maior nível de fiabilidade possuem este estatuto, devido ao facto de não terem durante os três anos de operação registado anomalias associadas aos componentes em estudo. Os níveis mais baixos são obtidos por fraca configuração electrónica, indo ao encontro do referido anteriormente.

- Ao nível dos componentes, será necessário avaliar o stock disponível destes itens, tendo em atenção as taxas de avarias registadas e o valor monetário dos mesmos, apresentado na Tabela 20.

**Tabela 20 - Valor monetário dos componentes**

Components	P/N	Valor (€)
ADC	BBC-226-Э	11.640,69 €
Pumps	ЭЦН-75Б	1.930,00 €
Fuel Control System	LCD 14-0417	16.632,00 €
RT5000	400-015525-0101	24.899,40 €
Control Box (RT-5000)	31300-0101-1200	8.334,00 €
EFIS	ИМ 16-3-Э	50.973,20 €
Interface Unit	БС-226	8.995,00 €

A partir da aplicação da FMEA conclui-se que as anomalias com maior RPN, devem esse facto à gravidade das mesmas ocorrerem em missão, podendo originar perda de comandos ou o cessar de funcionamento da aeronave. Também se pode constatar que a equipa de manutenção tem conhecimento das diversas anomalias registadas e das acções correctivas a aplicar,

especificamente, em cada situação. No Anexo XII são apontadas as acções correctivas referidas pelo manual de manutenção da aeronave ou do componente a aplicar quando as referidas anomalias ocorrem. Com esta pesquisa, sugere-se que o manual de manutenção da aeronave seja reformulado, devido à ausência de informação e a incorrecta interligação entre Capítulos ATA.

Assim, relativamente aos componentes avaliados, podem-se apontar potenciais alterações ao programa de manutenção destas aeronaves, tais como:

- Face ao manual, deveria ser incluída inspecção visual antes do primeiro voo, associada à “*Preflight Maintenance*”;
- Quando não há informação no EFIS, a análise ao problema sugere uma leitura da tensão do sistema de 27V antes de se proceder à remoção do equipamento. Esta deveria ser mandatória, quando efectuada uma inspecção. Face aos valores obtidos de MTBF e MTBUR, os intervalos entre inspecções deveriam ser rectificadas.
- Os restantes componentes analisados não apresentam inspecções específicas, o que deveria ser considerado em função dos níveis de fiabilidade obtidos, de modo a melhorá-los.

Avaliando o trabalho desenvolvido, pode-se concluir que os objectivos propostos foram alcançados. Isto deve-se ao facto de se ter identificado os sistemas e os componentes com maior número de anomalias associadas, caracterizando-os a nível de fiabilidade. A partir deste estudo analisou-se os diversos modos de falha e obtiveram-se dados para uma avaliação dos procedimentos executados sobre os ditos componentes.

A partir do estudo apresentado, apontam-se as seguintes optimizações e áreas de desenvolvimento futuro.

- Análise relativa, somente às missões de combate a incêndios, visto as aeronaves estarem destacadas em diferentes bases, esta irá permitir o planeamento de componentes necessários a transportar, quando é activada uma base de operação;
- Tratamentos dos dados obtidos através do uso de um software de carácter fiabilístico, ou seja, programado para análise dos elementos que caracterizam um dado item, a nível de fiabilidade e desempenho. Este irá permitir uma análise paramétrica dos dados e resultados mais objectivos e precisos, tendo sempre em conta os pressupostos considerados na realização do presente trabalho;
- O armazém, em conjunto com as operações e a avaliação obtida da frota, pode criar os chamados “*kit’s*” de actuação, ou seja, conjuntos dos diversos componentes necessários para corrigir as variadas anomalias consideradas e recorrentes. Isto levará a uma diminuição dos tempos de resposta, diminuindo também o tempo que a aeronave

permanece inoperável. Estes conjuntos podem ser avaliados, tendo em consideração o historial de anomalias que cada aeronave apresenta, otimizando especificamente a operação de cada uma delas. Isto irá tornar o stock mais objectivo às necessidades de cada aeronave e melhorar o desempenho da frota;

- Em conjunto com a equipa de manutenção e tripulação, formar ambas sobre a importância e objectividade que deve se ter em atenção quando se regista uma anomalia. Este facto é da maior interesse para uma análise fiabilística eficaz, pois a referência de uma possível anomalia, sem se ter em consideração as potencialidades das aeronaves e seus equipamentos, torna o estudo pouco preciso.

Devido a obrigações contratuais, a empresa necessita de avaliar o desempenho dos componentes que instala como solução das anomalias que se vão detectando. Este trabalho permitiu recolher essa informação e proceder-se à realização de relatórios de fiabilidade para a operadora desta frota e para o fabricante Kamov. Isto irá dar a conhecer a fiabilidade em operação das aeronaves e especificação dos componentes com maior número de anomalias associadas.

## Bibliografia

- [1] – Bineid, M; Fielding, J; Development of an aircraft system dispatch reliability design methodology; The Aeronautical Journal; Pages 345-352; United Kingdom; 2006
- [2] – Ippolito, R; Donders, S; Hermans, L; Auweraer, H; Vandepitte, D; Reliability-Based Design Optimization for Aerospace and Automotive Structures; LMS International; Katholieke Universiteit Leuven; Department of Mechanical Engineering; Division PMA; Belgium; 2006
- [3] – Eldred, M; Agarwal, H; Perez, V; Wojtkiewicz, S; Renaud, J; Investigation of Reliability Method Formulations in DAKOTA/UQ; Sandia National Laboratories; The University of Notre Dame; France; 2005
- [4] – Liu, J; Chen, S; Study for Reliability Optimizing of Aeronautic Electronic System; The First Aeronautical Technical College of the Air Force; China; 2009
- [5] – Luxhoj, J; Shyur, H; Curve Fitting for Aging Helicopter Components; Department of Industrial Engineering, Rutgers University; USA; 1995
- [6] – Pettit, D; Turnbull, A; NASA – General Aviation Aircraft Reliability Study; FDC/NYMA, Inc.; USA; 2001
- [7] – Helisuporte; 2011
- [8] – CTI 10-06; Edição 1; “Normas para emissão do certificado de aprovação técnica de organizações de manutenção de aeronaves para as aeronaves referenciadas no anexo II do regulamento EC 216/2008” (20-12-2010)
- [9] – NP 4483; 2008; Sistemas de gestão da manutenção – Requisitos
- [10] – NP/EN 13306; 2007; Terminologia da Manutenção
- [11] – Barringer, Paul; Reliability Engineering Principles; Training Course in Reliability for Engineers; USA; 2000
- [12] – INAC; [www.inac.pt](http://www.inac.pt); acessado a 22/06/2011
- [13] – Decreto nº 36158; “Convenção sobre Aviação Civil Internacional” (17-02-1947)
- [14] – Carinhas, Henrique; Apontamentos da Disciplina Manutenção Aeronáutica; 2011

- [15] – European Aviation Safety Agency (EASA); <http://www.easa.europa.eu/>; acedido a 19/05/2011
- [16] – Air Transport Association (ATA); <http://www.airlines.org/pages/home.aspx>; acedido a 12/03/2011
- [17] – ATA; MSG-3: Operator/Manufacturer Scheduled Maintenance Development; Revision 2005.1; 2005
- [18] – [http://www.s-techent.com/ATA100.htm#\[34\]](http://www.s-techent.com/ATA100.htm#[34]), acedido a 30/9/2010
- [19] – Kinnison, H; “Aviation Maintenance Management”; Mc Graw-Hill; 2004
- [20] – MIL-HDBK-472; “Maintainability Prediction” (24-05-1966)
- [21] – CTI 01-01; Edição 1; “Aprovação de Programa de Manutenção de Aeronaves” (02-08-2010)
- [22] – Kamov KA-32A11BC; Maintenance Manual; Second Edition; Kamov Company; 2007
- [23] – Moubray, J.; RCM II - Reliability-Centered Maintenance, Second Edition, Butterworth Heinemann, ISBN 0-7506-3358-1, Great Britain, 1997
- [24] – Nowlan, F; Heap, H; Reliability-Centered Maintenance; U.S. Department of Commerce; National Technical Information Service; USA; 1978
- [25] - <http://www.socialresearchmethods.net/kb/reliable.php>, acedido a 05/10/2010
- [26] – Carinhas, Henrique; Apontamentos da Disciplina Fiabilidade; 2009
- [27] – Smith, D; Reliability, Maintainability and Risk: Pratical Methods for Engineers; Eighth Edition; Butterworth-Heinemann Title; United Kingdom; 2011
- [28] – Lewis, E; Introduction of Reliability Engineering; Second Edition; John Wiley & Sons, Inc.; USA; 1994
- [29] – Assis, R; “Apoio à Decisão em Manutenção na Gestão de Activos Físicos”; Lidel; 2010
- [30] – Speak, Scott; Reliability and MTBF Overview; Vicor Reliability Engineering; 2005
- [31] – ReliabilityOne Consultants; 2001
- [32] – Gaskell, Tom; Quality Insights – Taking the Hassle out of Reliability; Primilis Ltd; 2009
- [33] – [http://en.wikipedia.org/wiki/Failure\\_rate](http://en.wikipedia.org/wiki/Failure_rate), acedido a 15/11/2010

- [34] – McDermott, Robin; Mikulat, Raymond; Beauregard, Michael; The Basic of FMEA; 2ª Edição; Productivity Press; 2008
- [35] – Torell, Wendy; Avelar, Victor; Tempo Médio Entre Avarias (MTBF – Mean Time Between Failure): Explicações e Normalizações; Aplicação Técnica N°78; APC Legendary Reliability; 2004
- [36] – <http://www.weibull.com/basics/fmea.htm>, acessado a 02/09/2011
- [37] – Bauer, Eric; Zhang, Xuemei; Kimber, Douglas; Pratical System Reliability; IEEE Press; John Wiley & Sons Inc. Publications; 2009
- [38] – CTI 10-03; Edição 1; “Aprovação de Programas de Fiabilidade das Aeronaves” (02-08-2010)
- [39] – “Lista de Verificação de Cumprimento dos Requisitos – Programa de Fiabilidade de Aeronaves”; INAC
- [40] – MIL-HDBK-781; “Reliability Test Methods, Plans and Environments for Engineering Development, Qualification and Production” (14-07-1987)
- [41] – MIL-STD-2173; “Reliability-Centered Maintenance” (21-01-1986)
- [42] – NAVAIR 00-25-403; “Guidelines for the Naval Aviation Reliability-Centered Maintenance Process” (01-07-2005)
- [43] – BMT Reliability Consultants; “Techniques in Reliability Engineering”; Issue 2; 2008
- [44] – Hifly; “Programa de Controlo de Fiabilidade”; Vol.1; 2005
- [45] – Honeywell’s Reliability Report; 2007
- [46] – NASA-STD-8729.1; “Planning, Developing and Managing an Effective Reliability and Maintainability Program” (12/2008)
- [47] – Turbomeca; “Progress Report – Arriel 1”; 2011
- [48] – Turbomeca; “Progress Report – Arriel 2”; 2011
- [49] – Department of Defense of the United States of America; “DoD Guide for Achieving Reliability, Availability and Maintainability (RAM)”;
- [50] – JMP; “Quality and Reliability Methods”; Release 9; SAS Institute Inc.; USA; 2010
- [51] – Weibull++ ®; <http://weibull.reliasoft.com/>; acessado a 19/08/2010

[52] – [http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010\\_q3/4/](http://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010_q3/4/), acedido a 21/08/2011

## **ANEXO I**

Certificação da Helisuporte



**INAC**

**INSTITUTO NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL**  
EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY

**CERTIFICADO**  
**DE APROVAÇÃO**

**ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO DE AERONAVES**

**Referência: PT.145.019**

De acordo com o Regulamento (CE) 216/2008 do Parlamento e do Conselho europeu e o Regulamento da Comissão (EC) N.º 2042/2003 actualmente em vigor e sob as condições abaixo mencionadas, o Instituto Nacional de Aviação Civil certifica que:  
Pursuant to Regulation (EC) 216/2008 of the European Parliament and of the Council and the Commission Regulation (EC) N.º 2042/2003 for the time being in force and subject to the conditions specified below, the National Institute of Civil Aviation hereby certifies:

**HELISUPORTE**

AERODROMO M. DE CASCAIS, HANGAR 7, TIRES2785-632 S. DOMINGOS DE RANA

Estações de Manutenção: Tuzla - Roménia; Sirri - Irão

está aprovada, como ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO em cumprimento com a Secção A do Anexo II (Parte 145) do Regulamento (EC) Nº 2042/2003, para proceder à manutenção dos produtos, componentes e peças constantes da lista anexa, designada "Âmbito da Aprovação", e emitir os correspondentes Certificados de Aprovação para Serviço, usando as referências acima indicadas.  
*as a maintenance organisation in compliance with section A of Annex II (Part 145) of Regulation (EC) Nº 2042/2003, approved to maintain products, parts and appliances listed in the attached Approval Schedule and issue related Certificates of Release to Service using the above references.*

**CONDIÇÕES:**

**CONDITIONS:**

1. Esta aprovação fica limitada ao âmbito dos trabalhos especificados na secção respectiva do Manual da Organização de Manutenção aprovado como referido na Secção A do Anexo II (PARTE-145), e  
*This approval is limited to that specified in the scope of work section of the approved maintenance organisation exposition as referred to in Section A of Annex II (Part 145), and*
2. Esta aprovação exige o cumprimento dos procedimentos constantes do Manual da Organização de Manutenção, e  
*This approval requires compliance with the procedures specified in the approved Maintenance Organisation Exposition, and*
3. Esta aprovação é válida enquanto a Organização acima indicada, cumprir com o Anexo II (Parte 145) do Regulamento (EC) Nº 2042/2003.  
*This approval is valid whilst the approved Maintenance Organisation remains in compliance with Annex II (Part 145) of Regulation (EC) Nº 2042/2003.*
4. Desde que cumpridas as condições acima referidas, esta aprovação permanecerá válida, por tempo indeterminado, a menos que a aprovação tenha sido denunciada, substituída, suspensa ou revogada.  
*Subject to compliance with the foregoing conditions, this approval shall remain valid for an unlimited duration unless the approval has previously been surrendered, superseded, suspended or revoked.*

**Data de emissão da certificação inicial:** 14-12-2006  
*Date of original issue.*

**Data da presente revisão:** 03-09-2010  
*Date of this revision:*

**Revisão nº:** 12  
*Revision nº:*

  
Instituto Nacional de Aviação Civil  
For the Comptent Authority

J. Rocha e Cunha  
Diretor

INSTITUTO NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL

ÂMBITO DE APROVAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO  
(APPROVAL SCHEDULE)

NOME DA ORGANIZAÇÃO: **HELISUORTE**

REFERÊNCIA: **PT.145.019**

ORGANISATION NAME

REFERENCE

MORADA:

AERODROMO M. DE CASCAIS, HANGAR 7, TIRES 2785-632 S. DOMINGOS DE RANA

ADDRESS

CLASSE (CLASS)	CATEGORIA (RATING)	LIMITAÇÃO (LIMITATION)	BASE (Base)	LINHA (Line)
AERONAVES (Aircraft)	A1 Aviões superiores a 5700 Kg	Beech 300 Series (PWC PT6)	Sim	Sim
		BAe 125 Series 750/800XP/850XP/900XP (Honeywell TFE731)	Sim	Sim
	A3 Helicópteros	Eurocopter AS 350 (Turbomeca Arriel 2B)	Sim	Sim
		Eurocopter SA 365 N1 (Turbomeca Arriel 1)	Sim	Sim
		Eurocopter AS 365 N3 (Turbomeca Arriel 2C)	Sim	Sim
		Agusta AW139 (PWC PT6)	Sim	Sim
		Eurocopter AS 350 (Turbomeca Arriel 1)	Sim	Sim
		Eurocopter EC 120 (Turbomeca Arriel 2F)	Sim	Sim
MOTORES (Engines)	B1 Turbina	TURBOMECA ARRIEL 1 Series	Sim	Sim
	C5 Geração Eléctrica e Luzes	De acordo com a lista de capacidade descrita no M.O.M. (In accordance with list of capacity of M.O.E.)	Sim	Sim
OUTROS COMPONENTES QUE NÃO MOTORES COMPLETOS OU APU (Components other than Complete engine or APU)				

O Âmbito de aprovação contido nesta lista está limitado aos produtos, componentes e peças e às actividades especificados na secção do Manual de Organização da Manutenção aprovado, relativa ao âmbito dos trabalhos.  
*This approval schedule is limited to those products, parts and appliances and to the activities specified in the scope of work section of the approved maintenance organisation exposition.*

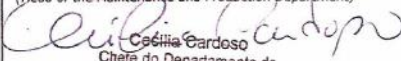
Referência do Manual da Organização de Manutenção: HS / M.O.M.1  
Maintenance Organization Exposition Reference:

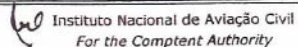
Data de emissão inicial: 31-10-2006  
Date of original issue:


Data da última revisão aprovada: 24-06-2010  
Date of last revision approved:

Revisão Nº: 18  
Revision Nº:

O Chefe do Departamento de Manutenção e Produção  
(Head of the Maintenance and Production Department)

  
Cecilia Cardoso  
Chefe do Departamento de  
Manutenção e Produção

  
Instituto Nacional de Aviação Civil  
For the Competent Authority

  
I. Rocha e Cunha  
Diretor Segurança Operacional

1.9. ÂMBITO DA ACTIVIDADE DA EMPRESA  
SCOPE OF THE COMPANY'S ACTIVITIES

PARTE 145.A.20

A Helisuporte executa acções de manutenção em aeronaves. As suas certificações, constantes no Certificado de Aprovação Técnica N.º EASA PT.145. 019, são as seguintes:

Helisuporte performs maintenance services to aircrafts. They are certified as follows (their certifications can be found at the Technical Approval Certificate N.º EASA PT.145. 019):

a) Estação de Manutenção – TIRES  
Maintenance Station – TIRES

CLASSE CLASS	CATEGORIA CATEGORY	LIMITAÇÃO LIMITATION	LINHA LINE	BASE BASE	
AERONAVES AIRCRAFTS	A3 – Helicópteros A3 – Helicopters	Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 1.500 H/ 72 meses inclusive na seguinte aeronave:  Eurocopter EC 120 B - Colibri	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 1.500H / 72 months inclusive for the following aircraft:	X	X
		Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 5000 H/ 12 Anos inclusive na seguinte aeronave:  Eurocopter AS350 B, BA, B1, B2 e B3 Écureuil	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 5000H/ 12 Years inclusive for the following aircraft:	X	X
		Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 5400 H/ 12 Anos inclusive na seguinte aeronave:  Eurocopter AS 365 N e N1 Dauphin	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 5400H/ 12 Years inclusive for the following aircraft:	X	X
		Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 600 H/ 4 Anos inclusive na seguinte aeronave:  Agusta Westland AW 139	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 600H/ 4 Years inclusive for the following aircraft:	X	X

1.9. ÂMBITO DA ACTIVIDADE DA EMPRESA (Cont.)  
 SCOPE OF THE COMPANY'S ACTIVITIES (Cont.)

 a) Estação de Manutenção - TIRES (Cont.)  
 Maintenance Station - TIRES (Cont.)

CLASSE CLASS	CATEGORIA CATEGORY	LIMITAÇÃO LIMITATION		LINHA LINE	BASE BASE
AERONAVES AIRCRAFTS	A3 - Helicópteros A3 - Helicopters	Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspeção de 5400 H/ 12 Anos inclusive na seguinte aeronave: Eurocopter AS 365 N3 Dauphin	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 5400H/ 12 Years inclusive for the following aircraft:	X	X
MOTORES ENGINES	B1 - Turbinas B1 - Turbines	Turbinas TURBOMECA - ARRIEL 1 Séries Trabalhos de Manutenção - Desmontagem, Montagem de Módulos 1, 2,3,4 e 5	Maintenance Work - Modules 1, 2,3,4 and 5 Disassembly and Assembly	X	X
AERONAVES AIRCRAFTS	A1 - Aviões A1 - Airplanes	Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante até ao nível da inspeção "Check C" (1600 H / 2 Anos) inclusive para as seguintes aeronaves: Beechcraft BAe 125/Séries 750/800XP/850XP e 900XP (TFE-731)	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level "C" (1600H/2Y) inclusive for the following aircraft:	X	X
AERONAVES AIRCRAFTS	A1 - Aviões A1 - Airplanes	Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante até ao nível da inspeção "Fase 4" (800 H / 2 Anos) e inspeções especiais até 24 meses inclusive para a seguinte aeronave: (Hawker Beechcraft) Beech 300 Series (PWC PT6)	Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of "Phase 4 (800H/2Y) inclusive for the following aircraft:	X	X
COMPONENTES COMPONENTS	C5 - Potência Eléctrica C5 - Electrical Power	Trabalhos autorizados até ao nível de Revisão Geral de acordo com o programa de manutenção das seguintes Baterias Alcalinas: Baterias Alcalinas - SAFT, Modelos: 151CH1; 1606-1; 2778-1; 40206-2 e 40208-2	Authorization of works until Overhaul Revision level according with the Maintenance programme for the following Alkaline Batteries: Alkaline Batteries - SAFT, Models:	-	-

1.9. ÂMBITO DA ACTIVIDADE DA EMPRESA (Cont.)  
SCOPE OF THE COMPANY'S ACTIVITIES (Cont.)

b) Serviços Especializados  
Specialized Services

CLASSE CLASS	LIMITAÇÃO LIMITATION	
SERVIÇOS ESPECIALIZADOS SPECIALIZED SERVICES	Trabalhos autorizados de acordo com procedimentos internos: DC - Inspeções por líquidos penetrantes "dye check" de acordo com a NQHS 218;	Authorized works in accordance with internal procedures: DC - Penetrant fluid inspections "dye check" in accordance with NQHS 218;
	BO - Inspeções por Boroscópio de acordo com a NQHS 124;	BO - Boroscope inspections in accordance with NQHS 124;
	CH - Operação de balanceamento das pás dos rotores dos helicópteros de acordo com a NQHS 219;	CH - Balancing helicopters rotor blades in accordance with NQHS 219;
	TP - Batida da moeda para detectar delaminações de acordo com a NQHS 109.	TP - Coin tap method to detect delamination in accordance with NQHS 109

c) Estação de Manutenção de Base e Linha – Tuzla, Roménia  
Line and Base Maintenance Station – Tuzla, Romania

CLASSE CLASS	CATEGORIA CATEGORY	LIMITAÇÃO LIMITATION	LINHA LINE	BASE BASE
AERONAVES AIRCRAFTS	A3 – Helicópteros A3 – Helicopters	Trabalhos de Manutenção de Base e de Linha, na Estação localizada em Tuzla – Roménia: Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 3600 H/ 8 Anos inclusive na seguinte aeronave: Eurocopter AS 365 N e N1 Dauphin		
		Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspecção de 600 H/ 4 Anos inclusive na seguinte aeronave: Agusta Westland AW 139	X	X

**1.9. ÂMBITO DA ACTIVIDADE DA EMPRESA (Cont.)**  
**SCOPE OF THE COMPANY'S ACTIVITIES (Cont.)**

 d) Estação de Manutenção de Base e Linha – Sirri Island, Irão  
*Line and Base Maintenance Station – Sirri Island, Iran*

CLASSE CLASS	CATEGORIA CATEGORY	LIMITAÇÃO LIMITATION	LINHA LINE	BASE BASE	
AERONAVES AIRCRAFTS	A3 – Helicópteros A3 – Helicopters	Trabalhos de Manutenção de Base e de Linha, na Estação localizada em Sirri Island – Irão: Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspeção de 3000 H/ 8 Anos inclusive na seguinte aeronave: Eurocopter AS 365 N1 Dauphin	<i>Base and Line Maintenance Work at the Maintenance Station in Sirri Island – Iran:</i> <i>Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 3000H/ 8 Years inclusive for the following aircraft:</i>	X	X
		Trabalhos autorizados de acordo com o programa de manutenção periódica previsto no Manual de Manutenção do Fabricante, até ao nível da inspeção de 3000 H/ 8 Anos inclusive na seguinte aeronave: Eurocopter AS 365 N3 Dauphin	<i>Work authorized according to the periodic maintenance program provided in the Manufacturer's Maintenance Manual, up until the inspection level of 3000H/ 8 Years inclusive for the following aircraft:</i>	X	X
COMPONENTES COMPONENTS	C5 – Potência Eléctrica C5 – Electrical Power	Trabalhos autorizados até ao nível de Revisão Geral de acordo com o programa de manutenção das seguintes Baterias Alcalinas: Baterias Alcalinas – SAFT, Modelos: 151CH1; 1606-1; 2778-1; 40206-2 e 40208-2	<i>Authorization of works until Overhaul Revision level according with the Maintenance programme for the following Alkaline Batteries:</i> <i>Alkaline Batteries - SAFT, Models:</i>	-	-

## **ANEXO II**

Kamov's Flight Manual – Propriedades da aeronave (Páginas 5; 6; 13 e 16)

## SECTION 1. LIMITATIONS

### OPERATING LIMITATIONS

Compliance with the limitations in this section is mandatory. Anytime an operating limitation is exceeded, an appropriate entry shall be made in the helicopter logbook. The entry shall state which limit was exceeded, the duration of time, the extreme value attained, and any additional information essential in determining the maintenance action required.

### BASIS OF CERTIFICATION

This helicopter is certified in the transport category A and B in compliance with Airworthiness Manual 32.29 (equivalent to FAR and Chapter 529 of the Canadian Airworthiness Manual).

### TYPE OF OPERATIONS

In compliance with the operating limitations specified in the RFM the helicopter is approved for restricted VFR operations, day and night, including underslung cargo operations and ferry flights.

### OCCUPANTS LIMITATIONS

13 passengers.

**CAUTION.** • When transporting external loads passenger carrying is prohibited

- Prior to passenger transportation crew seat located behind co-pilot (navigator) seat must be removed
- Smoking is prohibited during flight
- Safety harness must be fastened in flight.

### ENGINE INLET SCREEN LIMITATIONS

In connection with the installation of a medium sized bird ingestion protection screen in the engine inlet:

- day operation at temperatures below plus 5 °C with visible moisture is prohibited;
- night operation at temperatures below plus 5 °C is prohibited.

### OPTIONAL EQUIPMENT

Refer to appropriate Flight Manual Supplements for additional limitations, procedures and performance data with optional equipment installed.

### FLIGHT CREW LIMITATIONS

The minimum crew for operating the helicopter is one pilot on the left seat.

#### DOORS OPEN

Helicopter may be flown with crew doors open. Flight operation is approved for the following alternative configurations:

- Both sliding crew doors secured fully open at hover and at speeds of 0 km/h IAS (0 KIAS) to 50 km/h IAS (27 KIAS);
- One of the sliding crew doors (left or right) open for not more than 10 cm (4 in) and secured at speeds of 50 km/h IAS (27 KIAS) to 200 km/h IAS (108 KIAS).

The doors must be kept closed and locked at speeds above 200 km/h IAS (108 KIAS).

**NOTE.** Check that all personal equipment and flight documents reliably fastened prior to opening any door

### WEIGHT/CG LIMITATIONS

#### WEIGHT LIMITS

Maximum weight ..... 11,000 kg (24,250 lb)

Refer to Weight-Altitude-Temperature Limitations chart (Fig. 1-1) for maximum allowable takeoff weight, Category A.

Maximum weight permitting rejected landing Category A, with the landing site pressure altitude:

- 3000 m (9480 feet) ..... 9000 kg (19,845 lb)
- 2000 m (6560 feet) ..... 10,000 kg (22,050 lb)
- 1000 m (3280 feet) ..... 11,000 kg (24,250 lb)

Maximum weight for take-off and landing, Category B, is 11,000 kg (24,250 lb)

Refer to Weight-Altitude-Temperature Limitations chart (Fig. 1-2) for maximum allowable weight for takeoff, Category B.

For weight correction for humid air, ref. Fig. 4-2, Section 4.

Minimum flying weight is 7200 kg (15,870 lb).

#### LONGITUDINAL CENTER OF GRAVITY LIMITS

Reference datum line (Station zero) is located 5280 mm (207.87 inches) forward of the main rotor axis.

Longitudinal center of gravity limits vary from station 5000 mm to station 5310 mm (196.85 to 209.06 inches).

**LATERAL CENTER OF GRAVITY LIMITS**

Lateral center of gravity is not critical if the cargoes are located in compliance with the instructions of the present RFM, Section 5.

**INTERNAL CARGO LOADING**

Maximum cargo weight is limited to 3700 kg (8157 lb)

Maximum allowable deck loading for cargo is limited to:

- 3000 kgf/sq.m (614 lb/sq.ft) between frames No. 4 to No. 7;
- 1500 kgf/sq.m (307 lb/sq.ft) between frames No. 7 to No. 13.

**AIRSPPEED LIMITATIONS**

Basic  $V_{NE}$  is limited to 260 km/h IAS (140 KIAS) at sea level.

$V_{NE}$  is limited for ambient conditions and weights in accordance with the position of the red index on pilot ASI.

Airspeed limiting system should be on for Category A operation

Refer to Table 1-1 for  $V_{NE}$  limits in case of airspeed limiting system failure or when the static pressure selector is switched to EMERGENCY.

$V_{NE}$  is limited to 180 km/h IAS (95 KIAS) during autorotation.

Minimum IAS at altitudes higher than OGE hover ceiling is limited to 50 km/h IAS (27 KIAS) in level flight.

Minimum steady IAS during autorotation is limited to 100 km/h (54 KIAS).

**WINDSPEED LIMITATIONS**

Never exceed speed of tailwind and crosswind at takeoff, landing and hovering is shown up to 20 knots (10 m/s).

It is shown the never exceed speed of wind at the engine starting and shutdown::

- headwind up to 40 knots (20 m/s)
- crosswind and tailwind up to 20 knots (10 m/s)

**DESCENT LIMITATIONS**

Maximum rate of descent is limited:

- to 3 m/s (590 ft/min) at speeds up to 50 km/h IAS (27 KIAS);
- to 8 m/s (1575 ft/min) at speeds 200 km/h IAS (108 KIAS) and above.

**ALTITUDE LIMITATIONS**

Maximum operational pressure altitude is limited to 5000 m (16,400 ft).

Refer to Weight-Altitude-Temperature Limitations charts (Figs 1-1 and 1-2) to determine the maximum pressure altitude for takeoff.

Maximum pressure altitude for takeoff and landing is 3000 m (9840 feet).

Maximum pressure altitude for the APU ground and in-flight start-up and operation is limited to 3000 m (9840 feet).

**AMBIENT AIR TEMPERATURE LIMITATIONS**

The maximum ambient air temperature is ISA plus 30°C in flight.

The minimum ambient air temperature for operation at all altitudes is minus 50°C.

**HEIGHT-VELOCITY LIMITATIONS**

The AVOID area of Height-Velocity diagram (Fig. 1-3) defines the combinations of airspeed and height above ground prohibiting a safe single engine landing on a smooth, level, firm surface.

The H-V diagram is valid only when the Weight-Altitude-Temperature limitations are not exceeded (Fig. 1-1).

**MANEUVERING LIMITATIONS**

**PITCH LIMITS**

Maximum in straight flight during acceleration:.....-30 degrees

Maximum in straight flight during deceleration:.....+25 degrees

Maximum in all other modes: .....±20 degrees

**ROLL LIMITS**

Airspeed 60 km/h IAS to 200 km/h IAS (32 KIAS to 108 KIAS) and pressure altitude up to 1000 m (3280 ft):

maximum bank angle: .....±35 degrees

All other airspeeds and pressure altitudes above 1000 m (3280 ft):

maximum bank angle .....±20 degrees

## **ANEXO III**

### Tabela descritiva dos Capítulos ATA

<b>C�pulo ATA</b>	<b>Sec�o</b>
1	INTRODUCTION
5	PERIODIC INSPECTIONS
6	DIMENSIONS AND AREAS
7	LIFTING AND SHORING
8	LEVELING AND WEIGHING
9	TOWING AND TAXIING
10	PARKING, MOORING, STORAGE AND RETURN TO SERVICE
11	PLACARDS AND MARKINGS
12	SERVICING - ROUTINE MAINTENANCE
18	VIBRATION AND NOISE ANALYSIS (HELICOPTER ONLY)
20	STANDARD PRACTICES - AIRFRAME
21	AIR CONDITIONING
22	AUTO FLIGHT
23	COMMUNICATIONS
24	ELECTRICAL POWER
25	EQUIPMENT / FURNISHINGS
26	FIRE PROTECTION
27	FLIGHT CONTROLS
28	FUEL
29	HYDRAULIC POWER
30	ICE AND RAIN PROTECTION
31	INDICATING / RECORDING SYSTEMS
32	LANDING GEAR
33	LIGHTS
34	NAVIGATION
35	OXYGEN
36	PNEUMATIC
37	VACUUM
38	WATER / WASTE
39	ELECTRICAL - ELECTRONIC PANELS AND MULTIPURPOSE COMPONENTS
41	WATER BALLAST
45	CENTRAL MAINTENANCE SYSTEM (CMS)
46	INFORMATION SYSTEMS
49	AIRBORNE AUXILIARY POWER
51	STANDARD PRACTICES AND STRUCTURES - GENERAL
52	DOORS
53	FUSELAGE
54	NACELLES / PYLONS
55	STABILIZERS
56	WINDOWS
57	WINGS
60	STANDARD PRACTICES - PROPELLER / ROTOR

(Continuação)

<b>Cápítulo ATA</b>	<b>Secção</b>
61	PROPELLERS / PROPULSORS
62	MAIN ROTOR(S)
63	MAIN ROTOR DRIVE(S)
64	TAIL ROTOR
65	TAIL ROTOR DRIVE
66	ROTOR BLADE AND TAIL PYLON FOLDING
67	ROTORS FLIGHT CONTROL
70	STANDARD PRACTICES - ENGINE
71	POWER PLANT - GENERAL
72	ENGINE
73	ENGINE - FUEL AND CONTROL
74	IGNITION
75	BLEED AIR
76	ENGINE CONTROLS
77	ENGINE INDICATING
78	EXHAUST
79	OIL
80	STARTING
81	TURBINES (RECIPROCATING ENGINES)
82	WATER INJECTION
83	ACCESSORY GEAR BOXES (ENGINE DRIVEN)
84	PROPULSION AUGMENTATION
91	CHARTS

## **ANEXO IV**

Exemplo dos registos da base de dados (Aeronave: KILO; Ano: 2008)

Aeronave	KAMOV	S/N	A1
Matrícula	KILO		
	Período de Incêndios		

DATA	CAPITULO ATA	CAPITULO MEL	SISTEMA	ANOMALIA	ACÇÃO CORRECTIVA	REPORTADA POR:	LOG. Nº	BASE
13-12-2007	31	B	Electronic Flight Instrument System	No fuel indication on the EFIS or in the operator control panel	Defect not confirmed. Tested on ground satisfactory	PILCOM	09/08	Ponte Sôr
14-12-2007	34	C	Radio Altimeter	RAD ALT below alt. selected. Even on ground, keeps going	Tested on ground satisfactory. Please, recheck during next flight	PILCOM	11/08	Ponte Sôr
18-12-2007	25	D	Equipment	Spider cable of BB broken	<b>Acção não enunciada</b>	PILCOM	14/08	Ponte Sôr
19-12-2007	25	D	Equipment	Control of BB valve defficient. Not working	Engrenado mecanismo de cabo do BB	PILCOM	16/08	Ponte Sôr
03-01-2008	34		Control Panel	VOR INOP	Replaced NAV. System control panel P/N 071-1283-12 S/N 5910	PILCOM	23/08	Ponte Sôr
03-01-2008	26		Fire Detection System	Fire Test: with detector test select neutrel, RED LH ENG fire light + RH + APU remains ON	Test on ground is satisfactory (see flight manual)	PILCOM	23/08	Ponte Sôr
03-01-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Efectuada a insp. De 30 dias Goodrich		24/08	Ponte Sôr
07-01-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Efectuada a inp. De 25/50hrs		25/08	Ponte Sôr
09-01-2008	62		Blades	One of the lower rotor blade slive is loosing paint (flight in rain conditions)	In condition according to M.M.	PILCOM	28/08	Ponte Sôr
10-01-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Floats removed		29/08	Ponte Sôr
30-01-2008	23		Intercommunication System	COMM 2 Co-pilot INOP	Test on ground OK	PILCOM	35/08	Ponte Sôr
04-02-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed winch (hoist) Goodrich P/N 0046Assy44311-10-2 S/N 00027 - Performed 100 cycle / 1 month / 3hrs hoist check on hoist S/N 00027		38/08	S. C. Dão

13-02-2008	25	D	Equipment	BB INOP (didn't close)	Found dirt on the valve BB. Washed with water. Ground tested OK	PILCOM	43/08	S. C. Dão
13-02-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Performed WO 0025/2008: 30 days lub. Goodrich; 2 months ELT insp. And 60 days special insp.		44/08	S. C. Dão
20-02-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	25hrs lub. Check performed		51/08	S. C. Dão
27-02-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	10 days check performed. Engines starting and try-out (rating by pilot)		52/08	S. C. Dão
28-02-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	100 cycles / 1 month / 3hrs hoist cable insp. Check performed		54/08	S. C. Dão
07-03-2008	25	D	Equipment	Two cables from BB damage	<b>Troca de cabos</b> (Changed BB by installing new and checking operation. OK. S/N OUT T4018 S/N IN 4015)	PILCOM	57/08	S. C. Dão
27-03-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Winch hoist S/N 00027 was removed from helicopter		66/08	S. C. Dão
04-04-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Winch hoist S/N 00027 was installed on helicopter		72/08	S. C. Dão
05-04-2008	25	D	Equipment	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Remoção do BB S/N 4015 e instalação do S/N 4029. Detectada anomalia no BB S/N 4029 (BB INOP)	MANUT	76/08	S. C. Dão
05-04-2008	25	D	Equipment	BB S/N T4029 INOP	BB S/N 4029 was removed and BB S/N 4015 was installed	MANUT	77/08	S. C. Dão
07-04-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	25hrs lub. And 6 months Goodrich insp. Check performed IAW WO 0053/2008		80/08	S. C. Dão
14-04-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Special insp. 3 months charging batteries check performed IAW WO 0056/2008		85/08	S. C. Dão
28-04-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	External load sling S/N 00024 and BB S/N 4029 were installed on helicopter - 100 cycles / 1 month / 3hrs hoist cable insp. Check performed IAW WO 0071/2008		90/08	S. C. Dão
29-04-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	Co-pilot radar (WXR) not showing picture	<b>Acção não enunciada</b>	PILCOM	91/08	S. C. Dão
29-04-2008	32		MLG Shock Strut	Ground vibrations	Checked the pressure on the wheels and taken out deficiency	PILCOM	91/08	S. C. Dão

29-04-2008	62		Blades	Vertical vibration in cruising	Drawing the blades during 15 min. Maning engines test fly is OK	PILCOM	91/08	S. C. Dão
29-04-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	External load sling S/N 00024 and BB S/N 4029 were removed from helicopter		91/08	S. C. Dão
29-04-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	Co-pilot radar (WXR) not showing picture	Anomalia transcrita no modelo MO-0-07	PILCOM	92/08	S. C. Dão
01-05-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Removed multifunction display (EFIS) S/N 3640470077 and installed S/N 3640470080. Test OK IAW WO 0079/2008		93/08	S. C. Dão
04-05-2008	29	A	Auxiliary Hydraulic System	AUX HYD indicator in the red (high pressure)	HC-46 working in the during flight time (it's normal)	PILCOM	94/08	S. C. Dão
04-05-2008	29	A	Auxiliary Hydraulic System	Also check pump indicator intermittent (zero-green)	Normal operation for emergency pump. Plug of the pressure switch cleaned and tested. OK	PILCOM	94/08	S. C. Dão
06-05-2008	25	D	Equipment	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Insp. And repair of the BB HL5000 S/N 4029, in result of the defect recorded in the Tech. Log. 76. Check performed IAW WO 0082/2008		97/08	S. C. Dão
11-05-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	25hrs lub. Performed IAW WO 0091/2008 - 50hrs insp. Performed IAW WO 0091/2008 - Dust-Protection device Pzuis installed IAW WO 0091/2008 - 100 cycles / 3 months / 50 hrs SX-16 check performed IAW WO 0091/2008 - CTI 81-04 (fire extinguisher) performed IAW WO 0084/2008 - CTI 81-15 (magnetic compass) performed IAW WO 0084/2008		100/08	S. C. Dão
24-05-2008	63		Gearbox Oil System	Gearbox pressure low (just below yellow) aborted take-off	After washing filters gearbox. Test OK	PILCOM	107/08	S. C. Dão
24-05-2008	63		Gearbox Oil System	Gearbox pressure low (3 kgf/cm2)	Refuling oil in the oil system gearbox	PILCOM	109/08	S. C. Dão
24-05-2008	32		MLG Shock Strut	Lateral vibrations more severe on the ground and from ground idle to flight idle	Check and take out difference pressure shock strut left and right side	PILCOM	109/08	S. C. Dão
24-05-2008	32		MLG Shock Strut	Lateral vibration and roll to right side (about 7º to 9º) from ground idle to flight idle. Gone at ground idle again	Checked pressures on the shock struts main leg's higher pressures and take out difference by refuling IAW WO 0102/2008	PILCOM	110/08	S. C. Dão

24-05-2008	63		Gearbox Oil System	Gearbox oil pressure 3,1 kgf/cm2	Washed oil system filter. After washed and check. OK	PILCOM	110/08	S. C. Dão
29-05-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Special insp. 60 days and 2 months ME 406 ELT test check performed IAW WO 0102/2008 - 100 cycles / 1 month / 3hrs hoist cable insp. Check performed IAW WO 0102/2008		112/08	S. C. Dão
30-05-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	On helicopter was installed external load sling S/N 0024 and connected with BB S/N 4029		113/08	S. C. Dão
01-06-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Floats were removed IAW WO 0122/2008		115/08	S. C. Dão
01-06-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Searchlight assembly S/N 3790 was removed IAW WO 0122/2008		115/08	S. C. Dão
01-06-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Hoist assembly S/N 0027 was removed IAW WO 0122/2008		115/08	S. C. Dão
01-06-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Rack S/N 99-04 and BB were installed IAW WO 0122/2008 - Spring/Summer insp. Check performed IAW WO 0093/2008		115/08	S. C. Dão
08-06-2008	67		Cyclic Stick	Cover of cyclic stick broken	Replaced cover IAW WO 0110/2008 - Placards placed IAW Supplements chapter 11.10.00 and 11.20.00 IAW WO 0111/2008	MANUT	151/08	S. C. Dão
09-06-2008	32		MLG Shock Strut	Lateral vibrations on ground and in flight in lower intensity	Anomalia transferida para secção 4	PILCOM	152/08	S. C. Dão
09-06-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	BB S/N 4029 was removed		152/08	S. C. Dão
09-06-2008	23	D	VHF Communications	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Receiver (RT-5000 S/N 44695 and C-5000 S/N 45286) removed IAW WO 0127/2008		152/08	S. C. Dão
11-06-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	Difference of 10º between EFIS and Magnetic Compass	<b>Acção não enunciada</b>	PILCOM	154/08	Ponte Sôr
19-06-2008	62		Blades	Blade balance & tracking needs adjustment	MR Balance & Tracking not finished	PILCOM	156/08	Tires
21-06-2008	62		Blades	Blade Balancing and Tracking	MR Balance & Tracking not finished	PILCOM	157/08	Tires
22-06-2008	62		Blades	Vibrations	MR Balance & Tracking not finished	PILCOM	158/08	Tires
23-06-2008	62		Blades	Vibrations	MR Balance & Tracking not finished	PILCOM	159/08	Tires
23-06-2008	62		Blades	Vibrations	MR Balance & Tracking not finished	PILCOM	160/08	Tires

03-07-2008	25	D	Equipment	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	BB HL5000 installed IAW M.M. from KAMOV - BB HL5000 removed IAW M.M. from KAMOV		163/08	Ponte Sôr
09-07-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Engines TY3-117 and gearbox BP-252 oil (D-3V) changed by Mobil Oil 252 IAW their M.M. Awaiting for ground run for flush the systems.		164/08	Ponte Sôr
09-07-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Engines TY3-117 and gearbox BP-252 oil drained IAW their M.M. Awaiting a ground run		165/08	Ponte Sôr
17-07-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	12 months check adjustment of brake system and wheels brake torque (special insp.). Carried out IAW M.M. chapter 32.50.00 - 12 months insp. ELT unit for proper installation, battery carrosion, wiring cond. Op. Of controls crash sensors antenna signal radiation (special insp.) carried out IAW ME 406 ELT Desc. Op. Installation and M.M.		166/08	
17-07-2008	63		Gearbox	Remove gearbox cover (BP-252) from Kamov fuselage	Removed the cover IAW M.M. chapter 63.20.00	MANUT	167/08	
17-07-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	3 months charging batteries (Special insp) - Substituidas as baterias S/N 070721001 e 070721002 pelas S/N 120658004 e 120658003	MANUT	167/08	
28-07-2008	23	D	VHF Communications	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	C-5000 control head S/N 45243 and RT-5000 transceiver S/N 44694 installed IAW M.M. from kamov		168/08	Ponte Sôr
29-07-2008	34	C	Airspeed Indicating System	Vertical Speed indicator #2 (error greater than 500' ft)	Transferred to section 4	PILCOM	169/08	Ponte Sôr
29-07-2008	34	C	Horizontal Situation Indicator	DME #2 without indications	Transferred to section 4 <b>(WO 0200/2008: Contacts J7061-2 cleaned. Tested OK)</b>	PILCOM	169/08	Ponte Sôr
29-07-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Emergency battery P/N 20VR4D with S/N 0281 installed IAW M.M. from kamov		170/08	Ponte Sôr
04-08-2008	34	C	Airspeed Indicating System	Helicopter leveled EFIS #2 rate of descent 200' ft/min	Defect pass for section 4 <b>(WO 0199/2008: Contacts cleaned of the ADC bbC-226. Tested OK)</b>	PILCOM	173/08	S. C. Dão

04-08-2008	23	D	VHF Communications	RT-5000 INOP	Defect pass for section 4	PILCOM	174/08	Vila Real
07-08-2008	25	D	Equipment	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Desmontado BB S/N T4028		179/08	S. C. Dão
07-08-2008	25	D	Equipment	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Instalado BB S/N T4029		180/08	S. C. Dão
27-08-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Removido cesto S/N 99-04 e cargo swing S/N 0024.		182/08	Tires
27-08-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Instalado Searchlight S/N 3788		182/08	Tires
06-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	25/50/100/300 hrs insp./lub. IAW lubification and servicing schedule, applicable special insp. By WO 0221/2008 is completed		185/08	Tires
08-09-2008	34	C	Pitot-Static	EFIS #1 indicating > 40' than EFIS #2 altitude	Tighten tube static. Checked the pressure	PILCOM	187/08	Tires
08-09-2008	33	B	Lighting System	MGB Oil pressure "RED" light u/s	Change of lamp IAW CM 28-005	PILCOM	187/08	Tires
08-09-2008	33	B	Lighting System	EFIS #2 "YELLOW" light u/s	Change of lamp IAW CM 28-005	PILCOM	187/08	Tires
23-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed floats S/N 9901 ballonets fairing and IAW WO 0281/2008		190/08	Tires
23-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed lamp head light IAW WO 0281/2008		190/08	Tires
23-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed hoist S/N 0027 IAW WO 0281/2008		190/08	Tires
23-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed SX-16 S/N 3788 IAW WO 0281/2008		190/08	Tires
25-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Update Jepessen NAVDATA (GNS #1 & #2)		197/08	Loulé
26-09-2008	30	C	Ice Detector	ENG #1 Anti-Ice auto-system INOP	<b>Acção não enunciada</b> (Reparação referida no Tech Log. 552/08)	PILCOM	200/08	Loulé
26-09-2008	34	C	Airspeed Indicating System	EFIS VSI showing 500' difference between #1 and #2	<b>Acção não enunciada</b> (Reparação referida no Tech Log. 552/08)	PILCOM	200/08	Loulé
26-09-2008	34	D	Automatic Position Finder	Level flight with "ROUTE", engages "PITCH" channel C, without advise (nose down 6º in less than 1 sec.)	<b>Acção não enunciada</b> (Reparação referida no Tech Log. 552/08)	PILCOM	200/08	Loulé
26-09-2008	34	D	Automatic Position Finder	MDF shows "FAULTY" message	<b>Acção não enunciada</b> (Reparação referida no Tech Log. 552/08)	PILCOM	200/08	Loulé

26-09-2008	25	D	Hoisting	Guincho com 1 fio partido	<b>Acção não enunciada</b> (Reparação referida no Tech Log. 551/08)	PILCOM	200/08	Loulé
26-09-2008	25	D	Hoisting	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Hoist S/N 00027 removed and installed hoist S/N 00057		551/08	Loulé
26-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Altimeter encoding P/N 0066-03064-0005 S/N 34992 removed and installed S/N 35012 IAW WO 0274/2008		551/08	Loulé
30-09-2008	30	C	Ice Detector	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Cleaned connection of detector #1 Anti-Ice system. Ground test OK		552/08	Loulé
30-09-2008	34	C	Airspeed Indicating System	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Air Data Computer BBC-226 S/N 3641060436 removed and S/N 3641260448 installed		552/08	Loulé
30-09-2008	34	D	Automatic Position Finder	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Transferred to section 4 (Repair indicated in Tech Log. 562/08)		552/08	Loulé
30-09-2008	34	D	Automatic Position Finder	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Transferred to section 4 (Repair indicated in Tech Log. 562/08)		552/08	Loulé
30-09-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	25hrs insp. Performed IAW M.M. from kamov		553/08	Loulé
01-10-2008	25	D	Hoisting	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Rescue hoist assy S/N 00057 removed and S/N 00027 installed IAW M.M. from kamov		554/08	Loulé
01-10-2008	25	D	Hoisting	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Hoist suspension cable P/N 42325298 in hoist S/N 00027 replaced IAW Goodrich O.M.M.		554/08	Loulé
03-10-2008	31	B	Airborne Flight Data Recorder	FDR light comes ON	Bad connection found. Reconnected and tested OK	PILCOM	560/08	Loulé
03-10-2008	25	D	Hoisting	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Rescue hoist cable P/N 42325298 replaced IAW Goodrich O.M.M. (hoist S/N 00027) and WO 0301/2008		561/08	Loulé
07-10-2008	34	D	Automatic Position Finder	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	MDF S/N 7017 is removed for repair IAW WO 0303/2008		562/08	Loulé
07-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installation of fuel tank #6 performed compliance chapter 28.11.00 IAW WO 0303/2008		562/08	Loulé
07-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Fuel system of tank #6 is checked IAW chapter 28.11.00 and WO 0303/2008. Test OK		562/08	Loulé

09-10-2008	34	C	Airspeed Indicating System	EFIS VSI #1 & #2 with error in indications	EFIS VSI tested and all indications correct	PILCOM	564/08	Loulé
09-10-2008	34	C	Airspeed Indicating System	EFIS speed indication #1 & #2 with fluctuations	EFIS VSI tested and no fluctuations found	PILCOM	564/08	Loulé
09-10-2008	34	C	Horizontal Situation Indicator	DME #2 with no information	DME info working normal	PILCOM	564/08	Loulé
13-10-2008	34	C	Airspeed Indicating System	EFIS VSI #1 & #2 with erroneous information	EFIS configuration carried out tested OK	PILCOM	565/08	Loulé
13-10-2008	34	C	Airspeed Indicating System	QNH not available in the EFIS	Air Data Computer BBC-226 replaced. Removed S/N 3641260448 and installed S/N 3641060440 IAW WO 0339/2008. Ground test OK	PILCOM	565/08	Loulé
13-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Fuel tank #6 (FWD & AFT) removed IAW WO 0331/2008		566/08	Tires
13-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Helicopter prepared for exposition IAW EMA request IAW WO 0326/2008		566/08	Tires
20-10-2008	34	C	Airspeed Indicating System	ASI analogic INOP	Tube analogic connected IAW WO 0342/2008	PILCOM	567/08	Tires
20-10-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	VOR TO/FROM not working, checking on the ground	See RFM IAW helicopter configurations	PILCOM	567/08	Tires
24-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	DATA BASE updated		569/08	Ponte Sôr
29-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	BB HL5000 S/N T4013 and External load P/N 323.9600.9000.000 S/N 0024 were removed		570/08	Ponte Sôr
29-10-2008	25	D	External Store System	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	AF-65 lock S/N 6146511608376 is removed		570/08	Ponte Sôr
29-10-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	LH float P/N 500.4500.0010.001 and RH float P/N 500.4500.0010.002 are installed IAW WO 0375/2008		570/08	Ponte Sôr
04-11-2008	34	D	Automatic Position Finder	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	MDF-124F Antenna P/N 597-2092-601 S/N 721 and control panel P/N 597-2091-602 S/N 1118 are installed IAW WO 0387/2008 for convenience service		571/08	Ponte Sôr

07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Searchlight P/N 017500-111 with S/N 3788 is installed IAW WO 0391/2008		572/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Three solding stretchers configuration are installed		572/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	60 days special insp. Is performed IAW WO 0379/2008		573/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	2 months ELT test is performed IAW WO 0379/2008		573/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Comply CTI 81-04 is performed IAW WO 0379/2008		573/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Comply CTI 81-15 is performed IAW WO 0379/2008		573/08	Ponte Sôr
07-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Comply CTI 83-17 is performed IAW WO 0379/2008		573/08	Ponte Sôr
20-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Carried out insp. 100 cycles / 1 month / 3hrs hoist insp. IAW EMA's PMA ref. KA-32a11bc, issue 1, approved by INAC and Goodrich O.M.M., ver.4, chapter 25.00.19.1		575/08	
21-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Complied IAW TASK CARD 505.072.00.00 of TB3-117 BMA M.M., book 3. RH Engine S/N K789820688 IAW WO 0419/2008		576/08	
22-11-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Atualização NAVDATA GNS		579/08	
23-11-2008	23	D	VHF Communications	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Efectuada troca do equipamento radio C-5000 por conveniência de serviço. Removido P/N 31300-0101-1200 com S/N 43250 e instalado S/N 44666. Testado funcionalmente. Estado operacional IAW WO 0425/2008		580/08	
26-11-2008	52		Cabin Door	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Removed cable P/N 500.0100.3390.012 IAW KA-32a11bc M.M., issue 2, chapter 52.30.02 and WO 0429/2008		584/08	Ponte Sôr
26-11-2008	52		Cabin Door	<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Installed cable P/N 500.0100.3390.012 IAW KA-32a11bc M.M., issue 2, chapter 52.30.02 and WO 0431/2008		585/08	Ponte Sôr

04-12-2008	71		Powerplant	EEG light #2 ON 10min, during flight. Reset EEG as PER ECL light out after 10min	EEG line plugs cleaned	PILCOM	587/08	Ponte Sôr
05-12-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Helicoptero pronto para efectuação ponto-fixa após inspecção de 50hrs		588/08	Tires
15-12-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Efectuada na totalidade a insp. 50hrs de acordo com WO 0422/2008		589/08	Tires
15-12-2008	31	B	Electronic Flight Instrument System	No radar indication on EFIS #2	Performed ground test of radar on EFIS #2. No anomaly found	PILCOM	590/08	Tires
15-12-2008	34	C	Radio Altimeter	Difference of 100' between EFIS ALT and analogic altitude	Test equipment P/N ADTS-530 S/N 149 (exp. 03/11/09). Altimeter test and no fault found. All OK	PILCOM	590/08	Tires
16-12-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Efectuado insp. Ao guincho - PCI 5 / 7 / 8 IAW WO 0443/2008		592/08	Ponte Sôr
18-12-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	Actualização DATA NAV ciclo 0813		593/08	Ponte Sôr
22-12-2008				<b>MAINTENANCE ENTRY</b>	SX-16 insp. 100 flight/hrs / 3 months / 50 op/hrs; 300 flight/hrs / 6 months / 100op/hrs and 600 flight/hrs / 12 months / 250 op/hrs were performed		594/08	Ponte Sôr

## **ANEXO V**

Resultados da primeira fase da análise, por aeronave e por ano de operação

Tabela 21 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registrada na aeronave LIMA

2008		2009		2010	
Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências
23	6	22	3	21	2
24	3	23	5	23	1
25	16	24	3	24	1
28	2	25	5	25	12
29	1	28	3	30	1
31	16	30	1	31	5
32	2	31	12	32	2
33	5	32	2	33	7
34	10	33	6	34	6
52	2	34	32	52	2
54	2	49	1	67	1
62	6	52	2		
67	3				
79	1				
<b>Nº Total de Ocorrências</b>	<b>75</b>	<b>Nº Total de Ocorrências</b>	<b>75</b>	<b>Nº Total de Ocorrências</b>	<b>40</b>

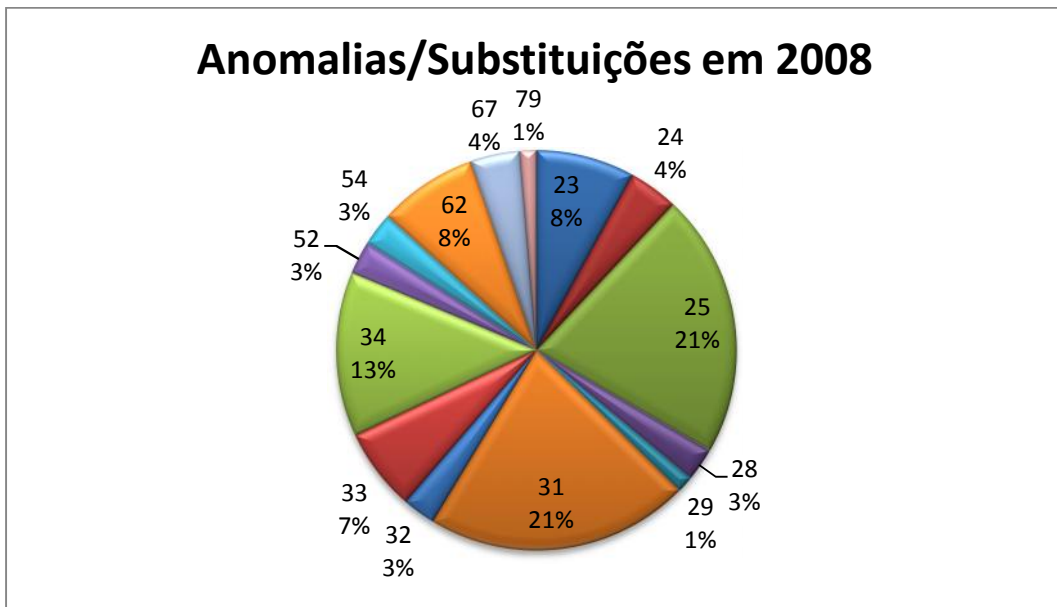


Figura 27 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave LIMA

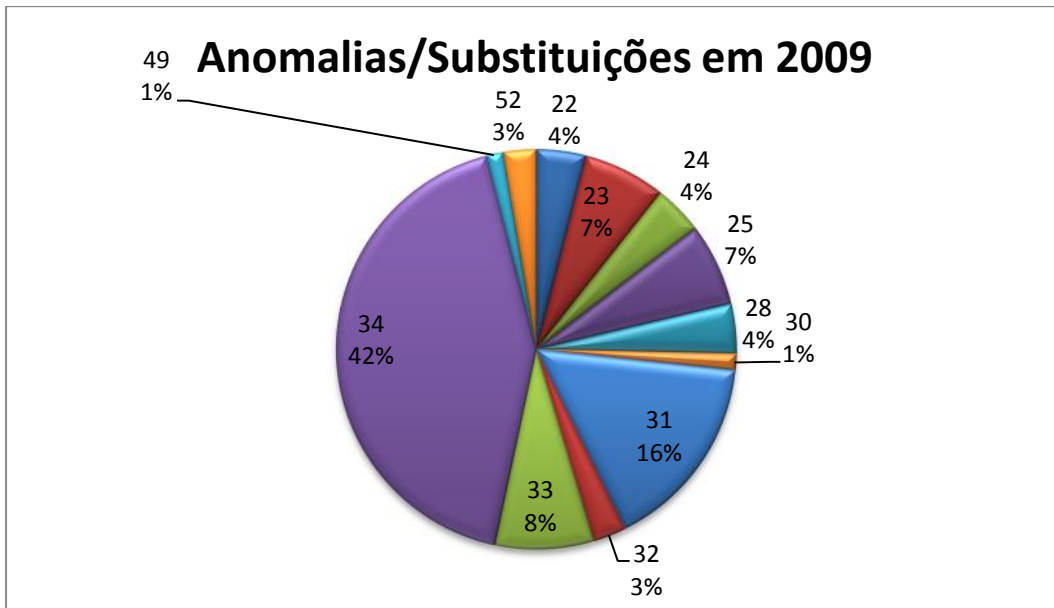


Figura 28 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave LIMA

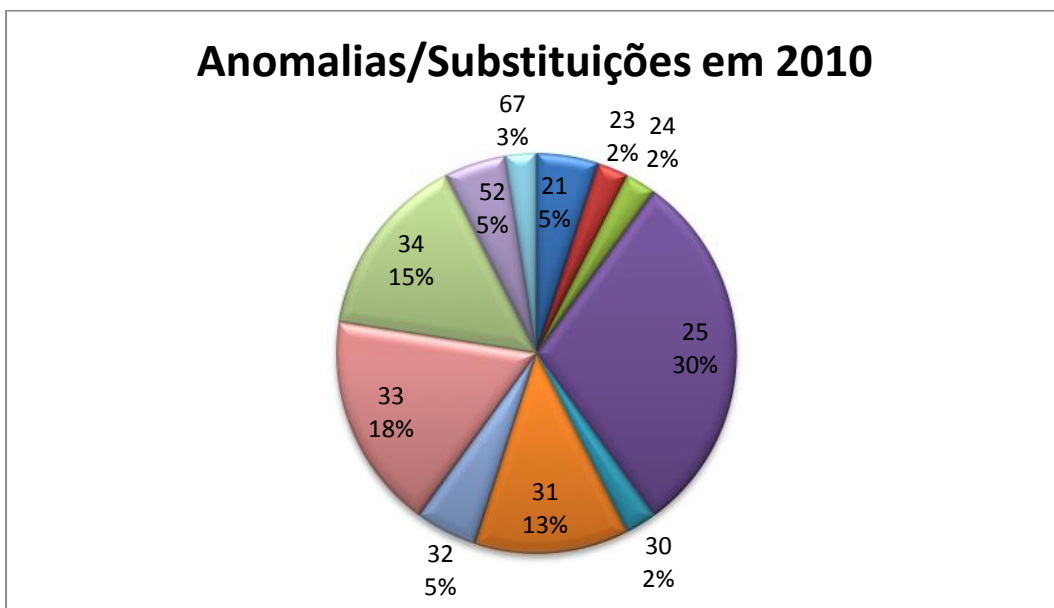


Figura 29 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave LIMA

Tabela 22 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registrada na aeronave MIKE

2008		2009		2010	
Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências
23	3	24	5	20	1
24	3	25	18	23	1
25	12	28	10	24	2
28	7	29	2	25	13
31	7	30	2	26	2
32	2	31	14	28	7
33	2	32	5	30	1
34	21	33	14	31	7
49	2	34	7	32	2
52	1	39	2	33	6
54	1	63	3	34	5
62	4	67	3	52	1
63	2	71	1	62	3
77	2			63	1
				67	3
				76	1
				80	1
<b>Nº total de ocorrências</b>	69	<b>Nº total de ocorrências</b>	86	<b>Nº total de ocorrências</b>	57

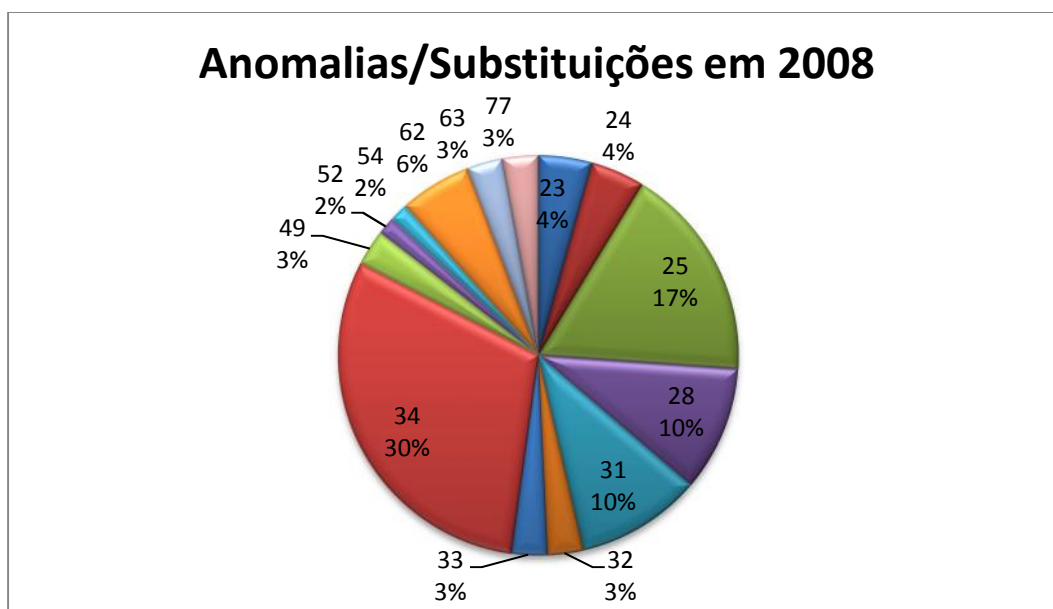


Figura 30 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave MIKE

### Anomalias/Substituições em 2009

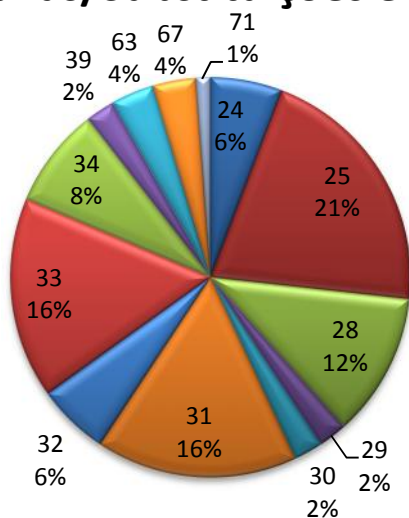


Figura 31 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave MIKE

### Anomalias/Substituições em 2010

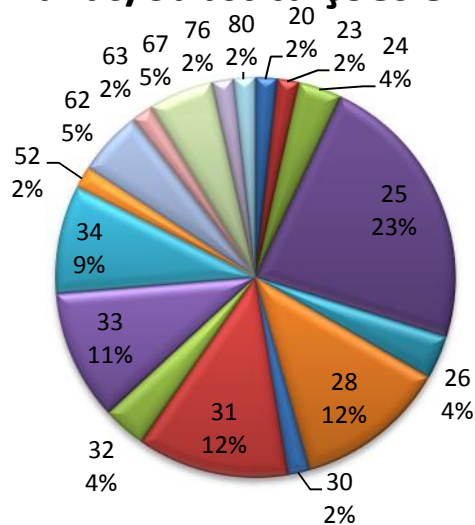
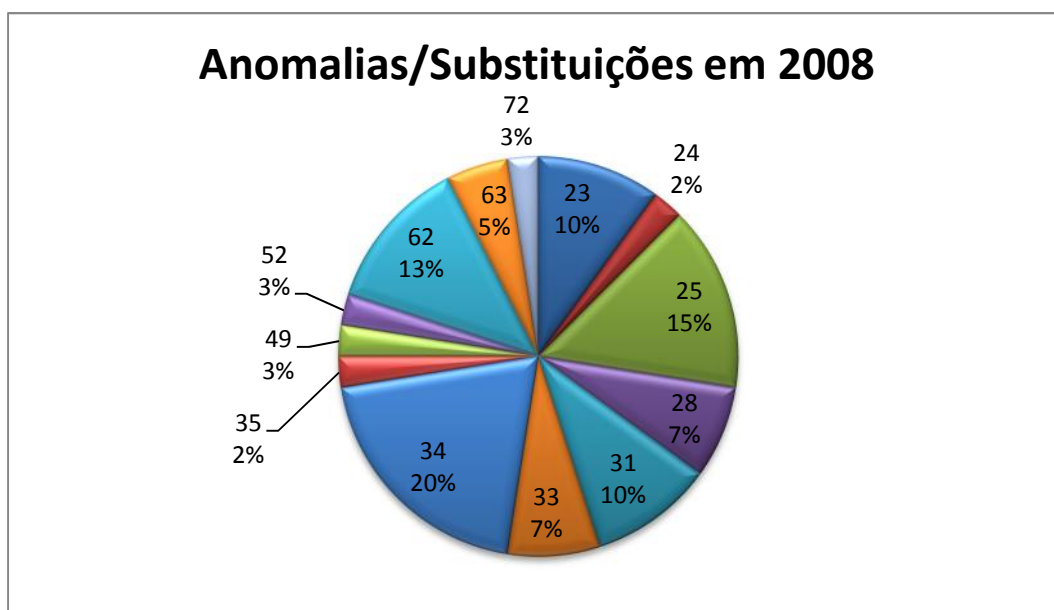


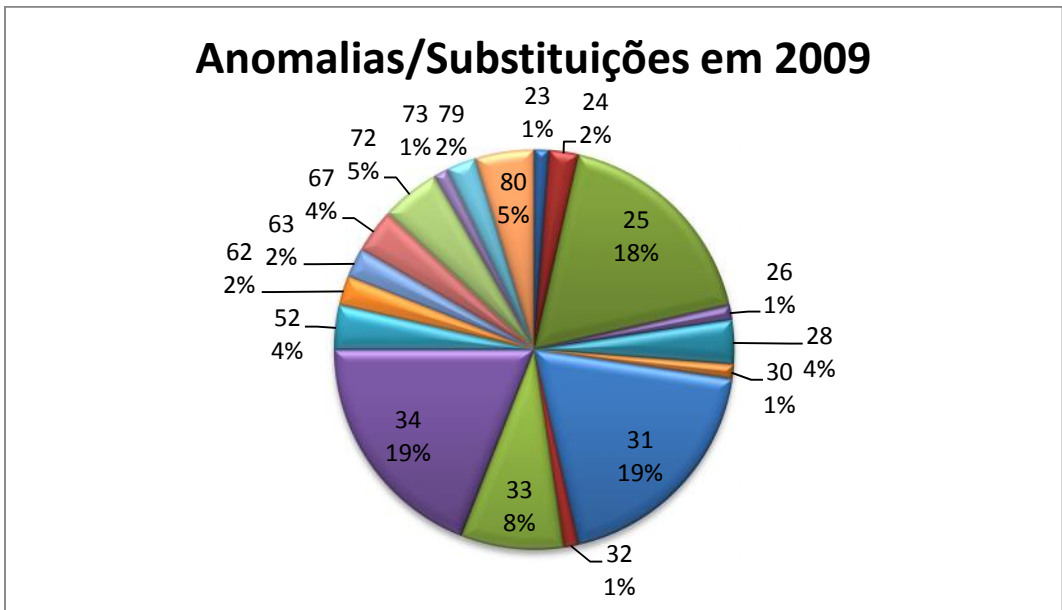
Figura 32 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave MIKE

**Tabela 23 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave NOVEMBER**

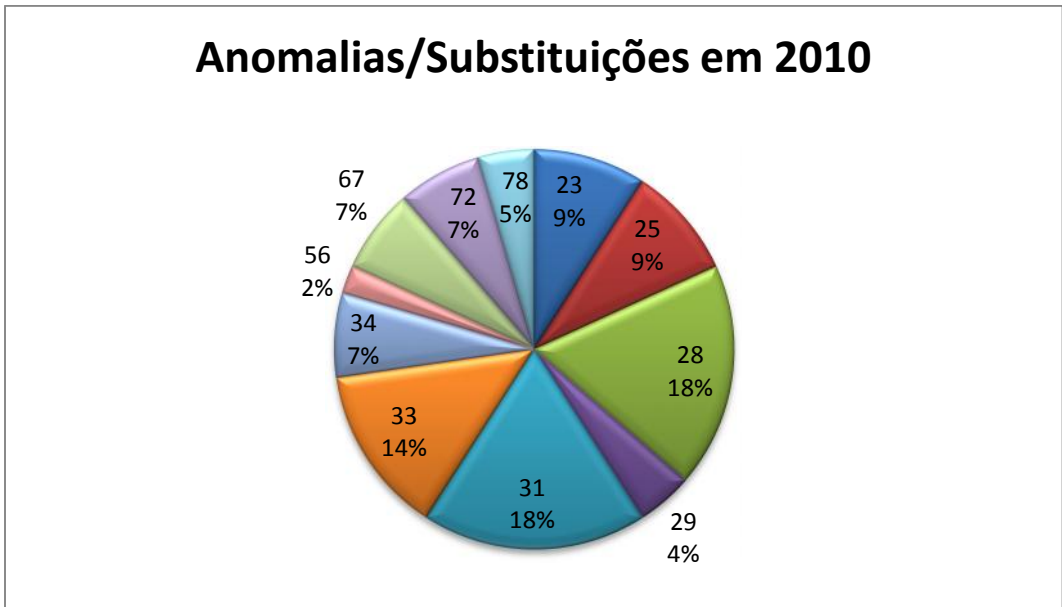
2008		2009		2010	
Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências
23	4	23	1	23	4
24	1	24	2	25	4
25	6	25	15	28	8
28	3	26	1	29	2
31	4	28	3	31	8
33	3	30	1	33	6
34	8	31	16	34	3
35	1	32	1	56	1
49	1	33	7	67	3
52	1	34	16	72	3
62	5	52	3	78	2
63	2	62	2		
72	1	63	2		
		67	3		
		72	4		
		73	1		
		79	2		
		80	4		
<b>Total de ocorrências</b>	40	<b>Total de ocorrências</b>	84	<b>Total de ocorrências</b>	44



**Figura 33 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave NOVEMBER**



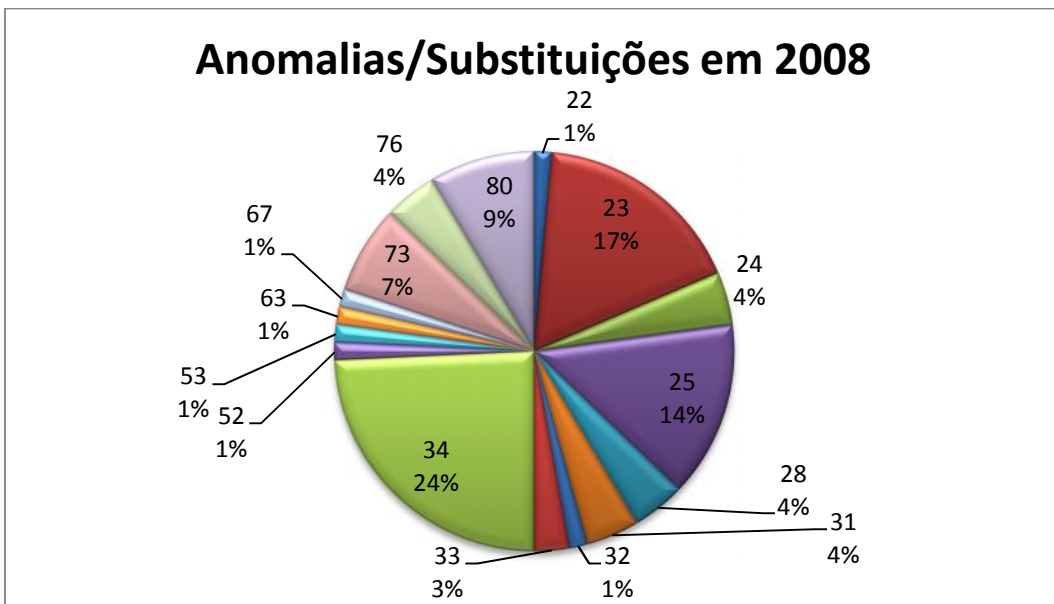
**Figura 34 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave NOVEMBER**



**Figura 35 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave NOVEMBER**

**Tabela 24 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registada na aeronave OSCAR**

2008		2009		2010	
Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências	Cap. ATA	Nº de ocorrências
22	1	23	1	23	7
23	12	24	3	24	4
24	3	25	12	25	2
25	10	28	2	28	4
28	3	29	2	29	2
31	3	31	9	32	2
32	1	34	12	33	2
33	2	52	2	34	6
34	17	62	3	52	5
52	1	63	1	63	6
53	1	67	1	67	2
63	1	71	1	73	1
67	1	73	3	77	1
73	5	79	1	80	1
76	3				
80	6				
<b>Total de ocorrências</b>	70	<b>Total de ocorrências</b>	53	<b>Total de ocorrências</b>	45



**Figura 36 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave OSCAR**

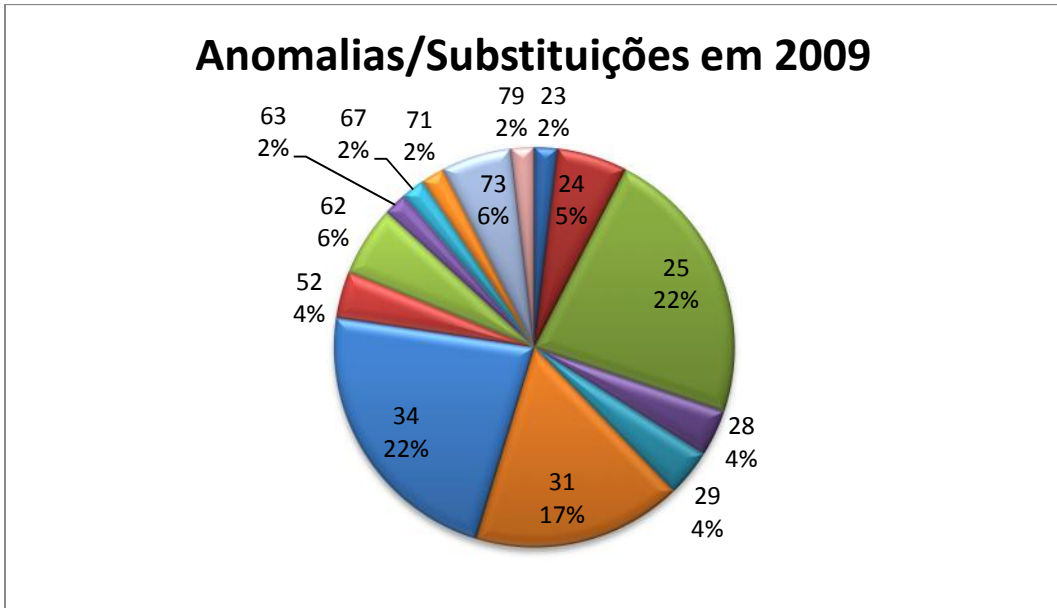


Figura 37 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave OSCAR

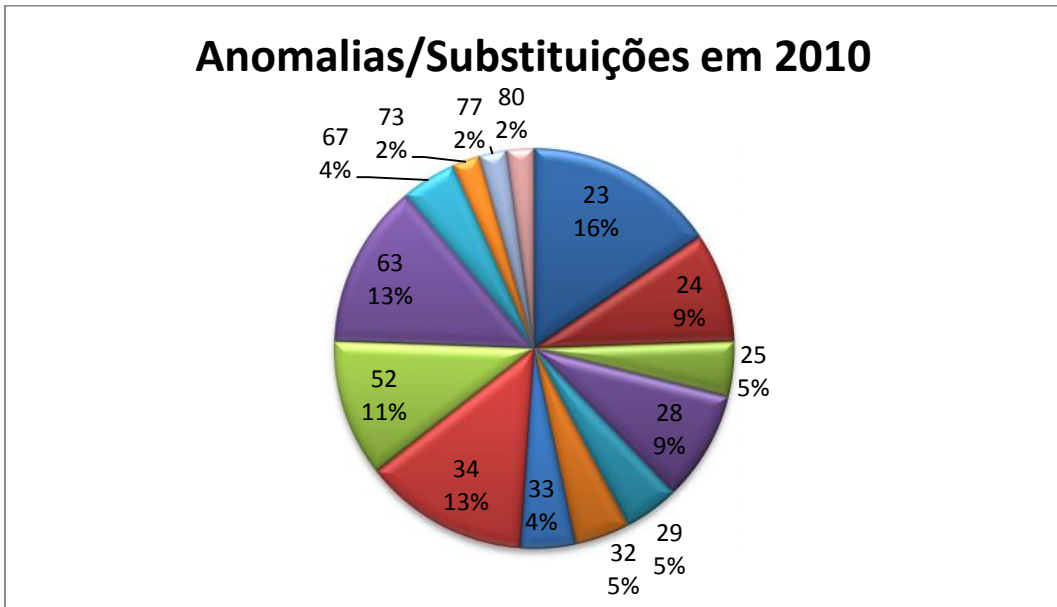


Figura 38 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave OSCAR

Tabela 25 - Número de ocorrências, durante os três anos de operação, registrada na aeronave PAPA

2008		2009		2010	
CAPÍTULO ATA	Nº de ocorrências	CAPÍTULO ATA	Nº de ocorrências	CAPÍTULO ATA	Nº de ocorrências
22	1	22	1	22	2
23	2	23	9	23	1
24	5	25	9	25	6
25	8	28	4	28	4
28	3	29	4	29	1
30	1	30	1	31	11
32	3	31	1	32	1
34	9	32	1	33	7
35	1	33	4	34	4
52	1	34	5	39	1
62	6	52	2	62	2
63	1	63	1	63	3
67	1	67	1	67	1
		72	2	72	2
		73	1	77	1
<b>Nº Total de Ocorrências</b>	42	<b>Nº Total de Ocorrências</b>	46	<b>Nº Total de Ocorrências</b>	47

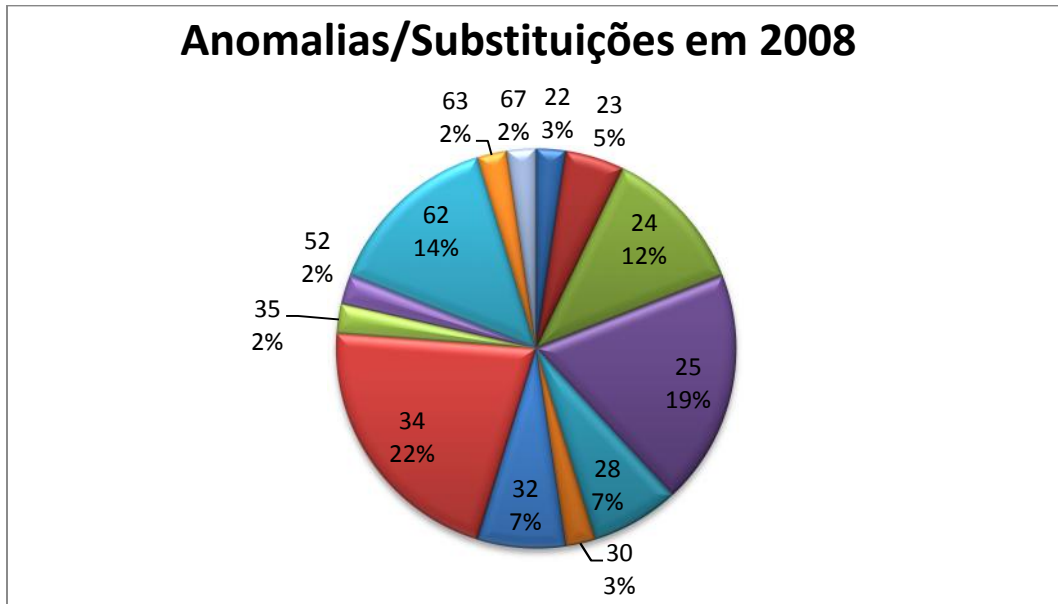


Figura 39 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2008, na aeronave PAPA

### Anomalias/Substituições em 2009

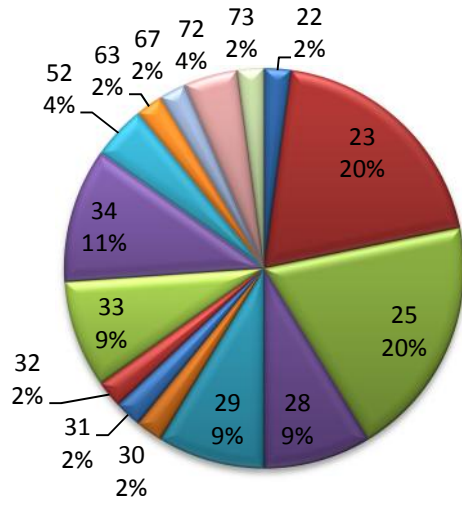


Figura 40 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2009, na aeronave PAPA

### Anomalias/Substituições em 2010

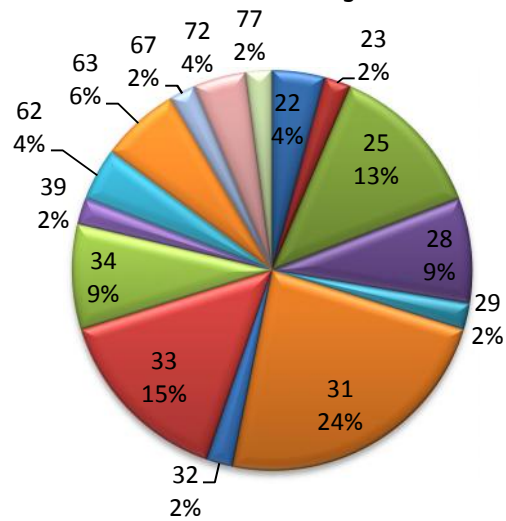


Figura 41 - Valores percentuais relativos ao número de ocorrências detectadas, por Capítulo ATA, durante 2010, na aeronave PAPA

## **ANEXO VI**

Resultados da especificação da anomalia, por aeronave e por ano de operação

- LIMA

Tabela 26 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2008.

2008					
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias	
ATA 23	VHF Communications	RT-5000	Substituição	1	
		C-5000	Substituição	1	
		VHF Radio Set	Testado OK	1	
	HF Radio Set	HF Radio	Testado OK	1	
	Intercommunication System	ICS	Testado OK	2	
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Cabos partidos	3	
			Bomba INOP	1	
			Escovas (motores) partidas	1	
			Válvula INOP	1	
	Hoisting	Hoist	Reposição do nível de óleo	1	
			Testado OK	3	
			INOP	1	
	Passanger Seats	Bancos	Substituição	2	
Remoção			1		
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Testado OK	4	
			Proctocol 1	2	
			INOP	2	
	Airborne Flight Data Recorder	MFD	Testado OK	2	
			Secccção 4	1	
			INOP	2	
			Posto em funcionamento automático	1	
ATA 33	Lighting System	Lâmpadas (Warning Panel)	Alteração de linguagem	1	
			INOP	1	
	Searchlight	Lâmpada	INOP	1	
Substituição			2		
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	INOP	2	
			Contactos limpos	1	
	Automatic Direction Finder	ASI Analógico	Dentro de valores	1	
			GNS	Testado OK	3
			DME	Testado OK	1
Wheather Radar	WXR	Contactos limpos	1		
ATA 67	Rotors	Rotor	Reaperto das porcas	4	
			Tracking Balance	2	

Tabela 27 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2009.

2009				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	VHF Communications	VHF Radio Set	Testado OK	1
			Contactos limpos	1
		Intercommunication System	Head Set substituído	1
	RT-5000	Reajustado	1	
	ATC Transponder System	Transponder	Substituição	1
ATA 25	Viewing Mirrors	Mirror UP INOP	Switch Substituído	1
	Hoisting	Hoist	Substituição	1
			Cabo partido	2
			Winch INOP	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Testado OK	3
			Contactos limpos	1
			Substituição	3
			INOP	1
	Interface Unit	Contactos limpos	1	
		Substituição	2	
Airborne Flight Data Recorder	FDR	Substituição	1	
ATA 33	Anticollision Light	Cover	Partida	1
	Landing Light	Lâmpada	INOP	2
	Lighting System	Lâmpada (Extintores)	INOP	1
		Lâmpada (ITT)	INOP	1
		Ficha da lâmpada (ITT)	Reconectada	1
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	INOP	1
	Amplifier Unit	Amplificador	Contactos limpos	2
	Automatic Direction Finder	GNS	Reprogramação	1
			INOP	2
			Reparado	1
	Clock	Relógio	Testado OK	1
	Horizontal Situation Indicator	HSI	Teste sem possibilidade de realização	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	Substituição	4
			Testado OK	2
Contactos limpos			2	
INOP			3	
Vertical Gyro	Vertical Gyro	Testado OK	1	

Tabela 28 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave LIMA, durante 2010.

2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Substituição	3
			Cargo Hook INOP	1
			Válvula INOP	1
	Hoisting	Hoist	Alta Temperatura INOP	1
			Cabo partido/danificado	4
			Drenado óleo e limpo	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Ficha reparada	1
			Testado OK	1
			Botão PRM reapertado	1
	Airborne Flight Data Recorder	FDR	Testado OK	1
			Contactos limpos	1
ATA 33	Rescue Lights	Lâmpada	INOP	1
	Landing Lghts	Lâmpada	Substituição	2
	Searchlight	Lâmpada	Substituição	2
		Lâmpada	INOP	2
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	INOP	1
	Automatic Direction Finder	MDF	INOP	1
		ADF	Cabo da antena partido	1
			Contactos limpos da antena	1
		GNS	Testado OK	1

- MIKE

**Tabela 29 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2008.**

2008				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Válvula limpa e ajustado o cable control	1
			Elástico do sling partido	1
			Switch substituido	1
			Bombas substituidas	1
			Fios eléctricos da bomba reconectados	1
			Fichas da válvula limpas	1
			Control Box substituida	1
	Substituição	3		
Hoisting	Hoist	Substituição	1	
Mirrors	Electical LH Mirror	Fios reconectados	1	
ATA 28	Fuel Quantity System	LCD 14-04-17	INOP	1
	Fuel Transfer Pump	#3/4 LH	INOP	1
	Single Point Refuel	Single-Point refueling connector	Substituição	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Testado OK	6
			Botão PRM reinstalado	1
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Diferença entre Standby Compass e Direction Gyro	1
			Contactos limpos	1
		VSI	Diferença entre AS analógico e digital	1
	Horizontal Situation Indicator	HSI	Testado OK	1
	Pitot Static System	Pitot Static Tube	Testado OK	2
			Reajustado	1
	Weather Radar	WXR	Contactos limpos	1
INOP			1	
Automatic Direction Finder	VOR	Testado OK	1	
ATA 62	Blades	Pás	Limpeza	3
			Tracking & Balance	1

Tabela 30 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2009.

2009						
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias		
ATA 24	Inverter	RH Inverter	Pressão a zero	1		
	Batteries	Emergency	Testado OK	1		
	Rectifier	RH Rectifier	INOP	2		
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Hendle Control partido	1		
			Cabo partido	1		
			Substituição	1		
			Triple Line substituído	1		
			Bomba INOP	1		
			Cabo válvula desbloqueado	1		
			INOP	2		
	Control Box substituído	1				
	Hoisting	Hoist	Substituição	1		
			Cabo partido e "Birdcage" danificada	1		
Cabo partido			1			
Cabo inspecionado			1			
Operator Seat	Banco	Substituição	1			
ATA 28	Shut-off Valve	Shut-off Valve	Fuga de combustível	1		
	Fuel Filter	Filtro	Limpeza	1		
	Fuel Quantity System	LCD14-04-17	INOP	3		
Calc. Combustível		Substituição	1			
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Substituição	1		
			Botão "F" INOP	2		
			INOP	4		
			Testado OK	2		
		Interface Unit	ILS-G/S sem valor fixo	4		
			Substituição	1		
ATA 32	Main Landing Gear	LG Position Microswitch	Ajustado	1		
			Substituído	1		
ATA 33	Emergency Light	Lâmpada (Extintor)	INOP	1		
	Landing Light	Lâmpada (Aterragem)	INOP	2		
	Lighting System	Lâmpada	Substituição	1		
			Contactos limpos	1		
			Testado OK	1		
	Rescue Light	Lâmpada Hoist INOP	INOP	2		
	Searchlight	Cabo da Control Box	INOP	1		
			Lâmpada	INOP	1	
Lâmpada		Substituição	1			
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADS	Switch substituído	1		
			Radio Altimeter	RAD ALT	Substituição	4
					INOP	1

Tabela 31 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave MIKE, durante 2010.

2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Ação Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	2 bombas e cabo INOP	1
			Bomba INOP	6
			Válvula limpa	1
			Válvula INOP	1
			Testado OK	1
			Cable Control INOP	1
	Hoisting	Hoist	Cabos partidos	1
ATA 28	External Fuel Tank	#6 (FWD e AFT)	INOP	1
	Fuel Tanks	#3/4	Contactos limpos	1
	Fuel Transfer Pump	#3/4	Dreno e protecção danificados	1
		#1 e #3/4	INOP	2
Lever-Type Float System	Transmitter	Testado OK	1	
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	INOP	2
		Interface Unit	Flag TO/FROM INOP	1
			Testado OK	1
			Substituição	2
ATA 33	Contour Light	Lâmpada (Blabe #2)	INOP	1
	Landing Light	Lâmpada (RH)	INOP	3
	Lighting System	Lâmpada	Testado OK	1
	Rescue Light	Lâmpada (Load)	INOP	1
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Substituição	1
			INOP	1
	Pitot Static System	Tube	Luz de aviso VNE ON	1
			Contactos limpos	1

- NOVEMBER

**Tabela 32 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2008.**

2008				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	VHF Communications	RT-5000	INOP	1
	Loudspeaker System	Transceiver	Substituição	1
		Loudspeaker	Substituição	1
	Intercommunication System	Intercom	Botão ON partido	1
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Cabo partido	1
	Hoisting	Hoist	INOP	1
			Alta temperatura	1
			Substituição	1
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Substituição	1
			VNE light ON	1
	Automatic Direction Finder	MFD	Substituição	1
		DME	Contacto da antena limpo	1
	Wheather Radar	WXR	INOP	1
			Substituição	1
ATA 62	Blades	Pás	Tracking & Balance	5

Tabela 33 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2009.

2009				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Substituição	1
			INOP	2
			Reposição do switch	1
			Colisão	2
			Bombas inspeccionadas	1
	Cargo Sling	Nova Ficha	1	
	Hoisting	Hoist	Substituição	2
			Cabo partido	3
			Testado OK	1
ATA 28	Fuel Quantity System	LCD14-04-17	INOP	1
		Fuel Calc.	Substituição	2
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Formatado	2
			Contactos limpos	3
			Testado OK	4
			Trocadas as posições	1
			Botão "F" reconectado	1
			INOP	1
	Warning Signal Unit	WSU	INOP	2
		Contactos limpos	1	
ATA 33	Anti-Collision Light	Lâmpada	INOP	1
	Landing Light	Lâmpada	INOP	1
	Lighting System	Lâmpadas (Bombas)	INOP	1
	Rescue Light	Lâmpada (Hoist)	INOP	4
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Substituição	1
			INOP	1
			Actualização	1
	Automatic Direction Finder	GNS	Substituição	1
		MDF	Contactos limpos	1
	Erecting Cut-Out Switch	Erecting Cut-Out Switch	INOP	1
	Horizontal Situation Indicator	DME	Botão reapertado	1
			Info insuficiente	1
Radio Altimeter	RAD ALT	Recebe sinal mas não transmite	1	
		Substituição	1	
Vertical Speed Indicator	VSI	Testado OK	1	
ATA 72	Engine Power Monitoring	Engine Power Monitoring	Valores dentro de parâmetros	3
			Ajustade de motores	2
ATA 80	Autostart Control Unit	ACU	Substituição	1
	Starting System	Starting System	Ajustamento	2

Tabela 34 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave NOVEMBER, durante 2010.

2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	Intercommunications System	ICS	INOP	1
		Capacete	Chicote COMM INOP	1
	VHF Communications	RT5000	Testado OK	1
		CP9000	INOP	1
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Bombas INOP	1
			Susbtituição	1
	Hoisting	Hoist	Cabos partidos	2
ATA 28	Fuel Quantity System	Recorder	INOP	1
	Fuel Supply	Valve	Testado OK	1
	Fuel Transfer Pump	#3/4	Contactos limpos	1
			INOP	1
		#1	INOP	1
Lever-Type Float System	Transmitter	INOP	2	
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Contactos limpos	2
			Testado OK	2
ATA 33	Searchlight	Searchlight	Contactos limpos	1
	Emergency Light	Switch	INOP	1
	Landing Light	Lâmpada	INOP	4
ATA 34	Automatic Direction Finder	MFD	INOP	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	Substituição	2

- OSCAR

**Tabela 35 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2008.**

2008					
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias	
ATA 23	VHF Communications	RT-5000	INOP	1	
			Testado OK	1	
		Secção 4	1		
	HF Radio Set	C-5000	Substituição	1	
		HF Radio	Substituição	1	
		Loudspeaker System	Loudspeaker System	INOP	1
		Transponder System	Transponder System	Testado OK	1
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	INOP	3	
			Protecção das bombas danificada	1	
			Microswitch INOP	1	
			Control Head com CC	1	
			Substituição	3	
			Danificado	1	
ATA 34	Airspeed Indicating System	VSI	Bloqueado	1	
	Automatic Direction Finder	MDF	Substituição	1	
		KNR	Substituição	1	
		NAV Control	Substituição	1	
	Horizontal Situation Indicator	DME	Secção 4	1	
	Pressure Altimeter	Pressure Altimeter	Botão danificado	1	
	Radio Altimeter	Rad Alt	Testado OK	4	
			Informação errada	1	
Wheather Radar	WXR	INOP	1		
ATA 73	Fuel Control Unit	Filtro de Combustível	Limpeza	1	
		Filtro de Ar	Limpeza	1	
		FCU	INOP	1	
ATA 80	Air Starter	Air Bleed Control Unit	INOP	2	
	Cranking System	Cranking System (#2 Eng)	Crank	2	
	Starting System	Starting System (#2 Eng)	Ajuste do parafuso	1	

Tabela 36 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2009.

2009				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Testado OK	1
			Substituição	3
			Cabo partido	1
			Válvula INOP	3
			INOP	1
	Hoisting	Hoist	Substituição	2
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	INOP	2
			Substituição	1
			Testado OK	1
		Warning Signal Unit	Warning Signal Unit	INOP
ATA 34	Airspeed Indicating System	ADC	Substituição	1
	Automatic Direction Finder	MFD	Contactos limpos	1
		KNR	Fichas verificadas	1
	Horizontal Situation Indicator	DME	Testado OK	1
	Radio Altimeter	RAD ALT	INOP	3
			Substituição	1
			Testado OK	2

Tabela 37 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave OSCAR, durante 2010.

2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Ação Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	VHF Communications	CP9000	INOP	1
			Testado OK	1
		RT5000	Testado OK	2
			Ajustado	1
		Tranceiver	Substituição	2
ATA 24	Batteries	Batteries	Substituição	1
			Alta temperatura	2
			Substituição de PIN	1
ATA 28	Fuel Quantity System	LCD14-04-17	Substituição	2
	Fuel Distribution System	Fuel Distribution System	Realizada purga do sistema	1
	Lever-Type Float System	Transmitter	INOP	1
ATA 34	Automatic Direction Finder	ILS / GS	Antena substituída	1
		KNR	INOP e Erecting Switch mau conectado	1
		MDF	Testado OK	1
		ADF	Testado OK	1
ATA 52	Cabin Door	LH AFT	Ajustada	1
		RH AFT	Ajustada	2
		Microswitch (RH AFT)	INOP	1
	Emergency Exit	Emergency Handle	Instalado	1
ATA 63	Gearbox Oil System	Oil Filter	Limpo	1
		Magnetic Chip	Limpo	1
	Tachometer	Ficha	Limpo	1

- PAPA

**Tabela 38 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2008.**

2008				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 24	Batteries	Reserve Batteries	INOP	2
		Supply Elements	INOP	1
ATA 25	Equipment	Bumby Bucket	Testado OK	2
			Cabos partidos - Substituidos	1
			Ficha partida	1
			Acidente	1
			Substituição	2
			Motores (escovas)	1
ATA 34	Automatic Direction Finder	GNS	Reprogramação	1
		MDF	Informação errada (Fuel)	1
		KNR	INOP	1
	Horizontal Situation Indicator	DME	Contactos limpos	2
INOP			1	
ATA 62	Blades	Pás	Substituição	1
			Tracking Balance	5

Tabela 39 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2009.

2009				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Ação Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 23	Transponder	Relay	Substituição	1
	VHF Communications	C 5000	INOP	2
		RT 5000	INOP	2
		COMM #3	Testado OK	2
	Intercommunication System	ICS	Testado OK	2
Cable of microfone		Substituição	1	
ATA 25	Equipment	Bumby-Bucket	Substituição	4
			Bomba INOP	2
			Plug disconnected	1
Hoisting	Hoist	Substituição	2	
ATA 28	Fuel Quantity System	Calculadora	INOP	2
		Fuel Quantity System	Informação errada	1
	Boost Fuel Pump	Bomba	INOP	1
ATA 29	Main Hydraulic System	Main Hydraulic System	Fuga de óleo	1
			Ajusto do microswitch	1
			Testado OK	2
ATA 33	Anti-Collision Light	Lâmpada	INOP	2
	Lighting of Tail Part	Lâmpada	INOP	1
	Searchlight	Lâmpada	INOP	1
ATA 34	Radio Altimeter	Rad Alt	Testado OK	1
		Connections	Limpeza	1
	Wheather Radar	Wheather Radar	Testado OK	1
	Airspeed Indicating System	ADC	Contactos limpos	1

**Tabela 40 - Análise aos componentes, presentes nos Capítulos ATA considerados problemáticos, na aeronave PAPA, durante 2010.**

2010				
CAPITULO ATA	SISTEMA	Componente	Acção Correctiva / Motivo de Remoção	Número de Anomalias
ATA 25	Equipment	Bumby-Bucket	Substituição	1
			Flapper Valve INOP	1
			Isolator Mount and Bumper Blocks INOP	1
			Both OPEN/CLOSE lights ON	1
	Hoisting	Winch	INOP	1
	Remote Induction Gauge	Gauge Draft Sensor	INOP	1
ATA 28	Boost Fuel Pump	Connector (#2 RH)	INOP	1
		#2 RH	Testado OK	1
	Transfer Fuel Pump	#3/4 LH	Ligação danificada	1
		#3/4 LH	Substituição	1
ATA 31	Electronic Flight Instrument System	EFIS	Fio desligado	1
		Interface Unit	Substituição	2
			Fichas limpas	2
	Master Warning System	Warning Signal Unit	Contactos limpos	2
			Substituição	1
Airborne Flight Data Recorder	FDR	Substituição	1	
ATA 33	Rescue Light	Lâmpada (Hoist)	INOP	2
	Searchlight	Lâmpada	Contactos limpos	1
	Landing Light	Lâmpada	INOP	1
			Não se move	1
Anti-Collision Light	Lâmpada	INOP	1	
ATA 34	Radio Altimeter	RAD ALT	Contacts Cleared (#2)	1
	Automatic Direction Finder	MDF	INOP	1
			Substituição	1
		GNS	Configuração (#1)	1

## **ANEXO VII**

Resultados da especificação dos sistemas anómalos, por frota, durante os três anos de operação

- Capítulo ATA 24

Tabela 41 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 24

ATA 24 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 24, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
4%	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
SISTEMAS																			
Batteries		1		3	1		3	1	2	1			1	2	4	5			24
AC Generator		4			2	1							2	1					10
Transformer		2																	2
Inverter								2											2
Electrical Load System											2								2
Rectifier								2											2

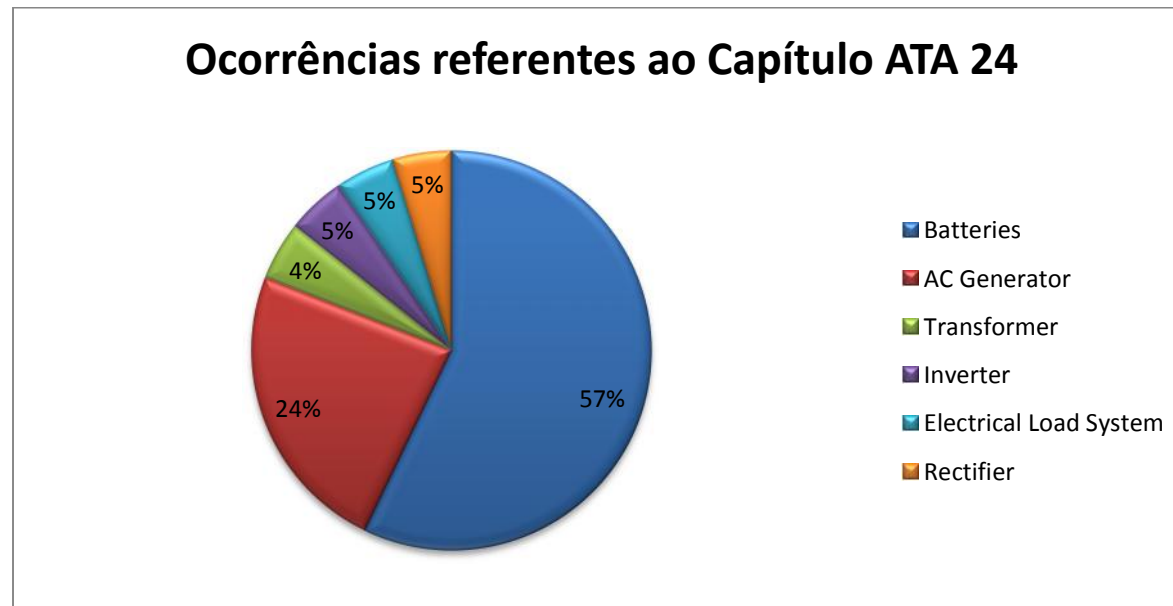


Figura 42 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 24, a partir da sua caracterização percentual

- Capítulo ATA 25

Tabela 42 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 25

ATA 25 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 25, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
17%	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
<b>SISTEMAS</b>																			
Equipment	10	10	7	6		6	10	12	12	1	8	2	10	10	2	8	7	4	<b>125</b>
Hoisting	5	3	1	9	4	6	1	4	1	5	7	2		2			2	1	<b>53</b>
External Store System	1																		<b>1</b>
Passenger Seats				1															<b>1</b>
Viewing Mirrors					1		1												<b>2</b>
Remote Induction Gauge																		1	<b>1</b>
Operator Seat								2											<b>2</b>

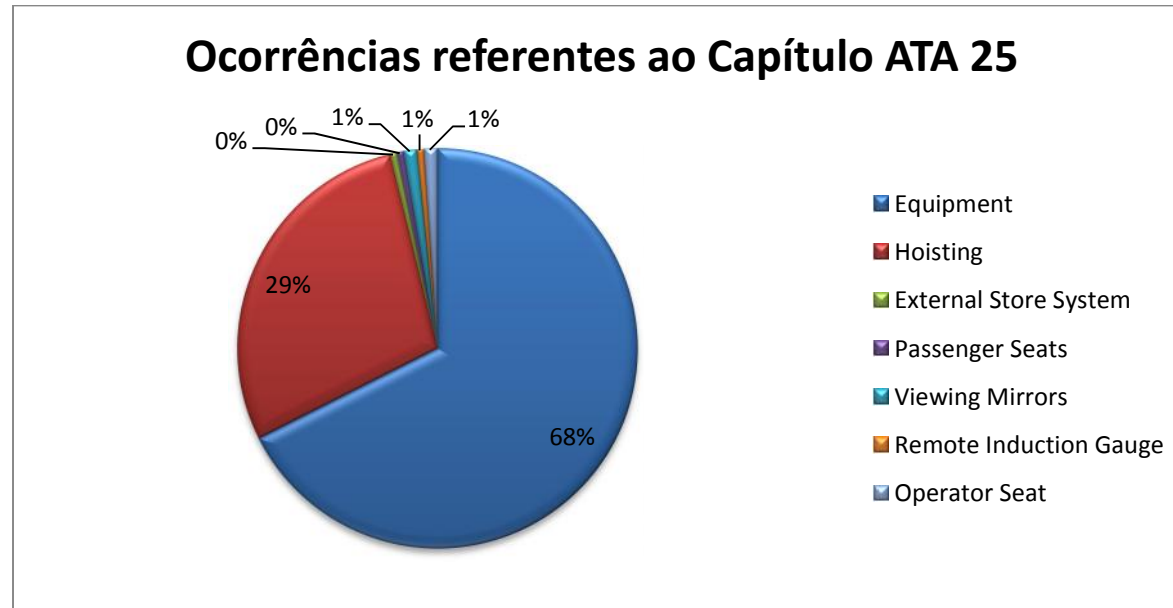
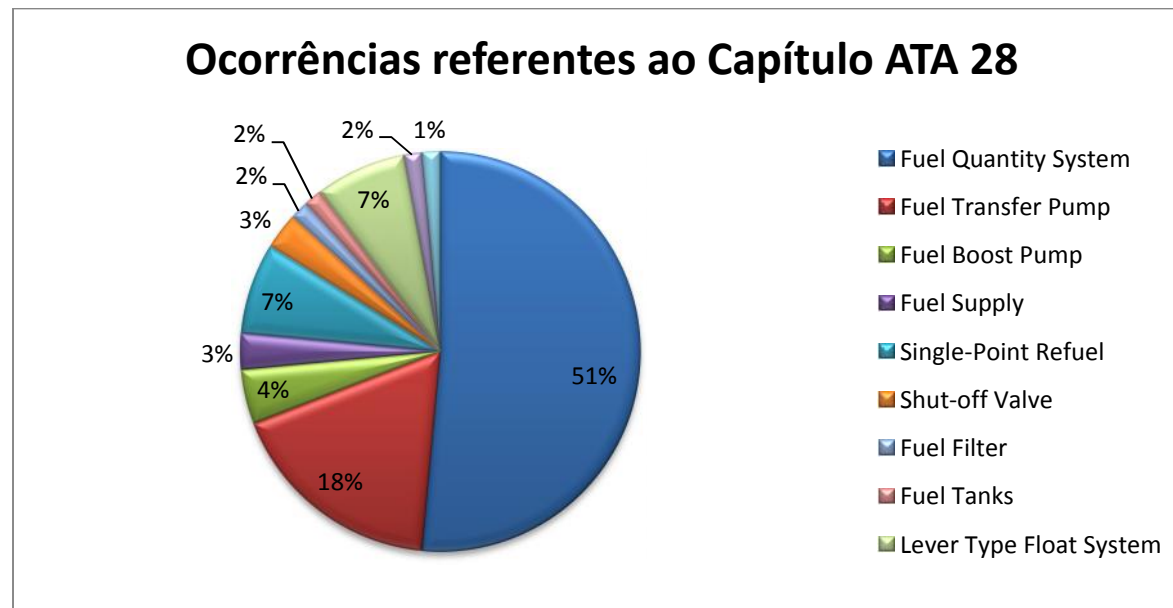


Figura 43 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 25, a partir da sua caracterização percentual

- Capítulo ATA 28

Tabela 43 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 28

ATA 28 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 28, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
6%	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
<b>SISTEMAS</b>																			
Fuel Quantity System		1	2		3		5	7		2	3	1	2	2	2	2	3		
Fuel Transfer Pump		1					2		3			4						2	
Fuel Boost Pump																	1	2	
Fuel Supply				1								1							
Single-Point Refuel				1			1			1			1			1			
Shut-off Valve								2											
Fuel Filter								1											
Fuel Tanks									1										
Lever Type Float System									2			2			1				
Fuel Distribution System															1				
External Fuel Tanks									1										



**Figura 44 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 28, a partir da sua caracterização percentual**

- Capítulo ATA 31

Tabela 44 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 31

ATA 31 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 28, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
SISTEMAS	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
Electronic Flight Instrument System	9	4	11	12	10	3	7	14	7	3	13	4	2	8				7	<b>114</b>
Airborne Flight Data Recorder	1	6		4	2	2							1						<b>16</b>
Warning Signal Unit			1								3			1			1	3	<b>9</b>
Indicating System																		1	<b>1</b>

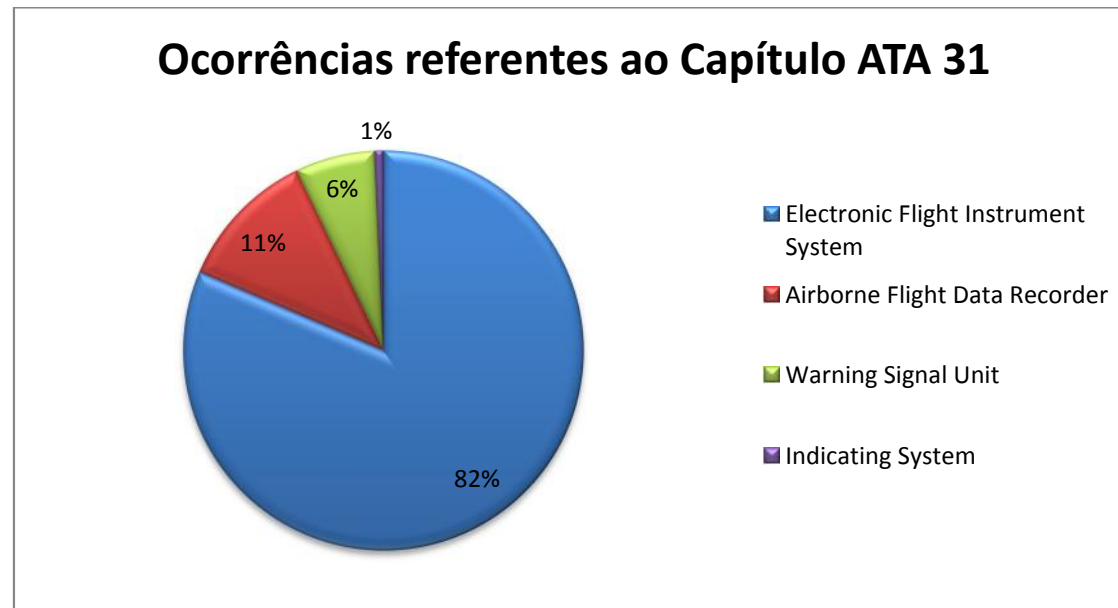
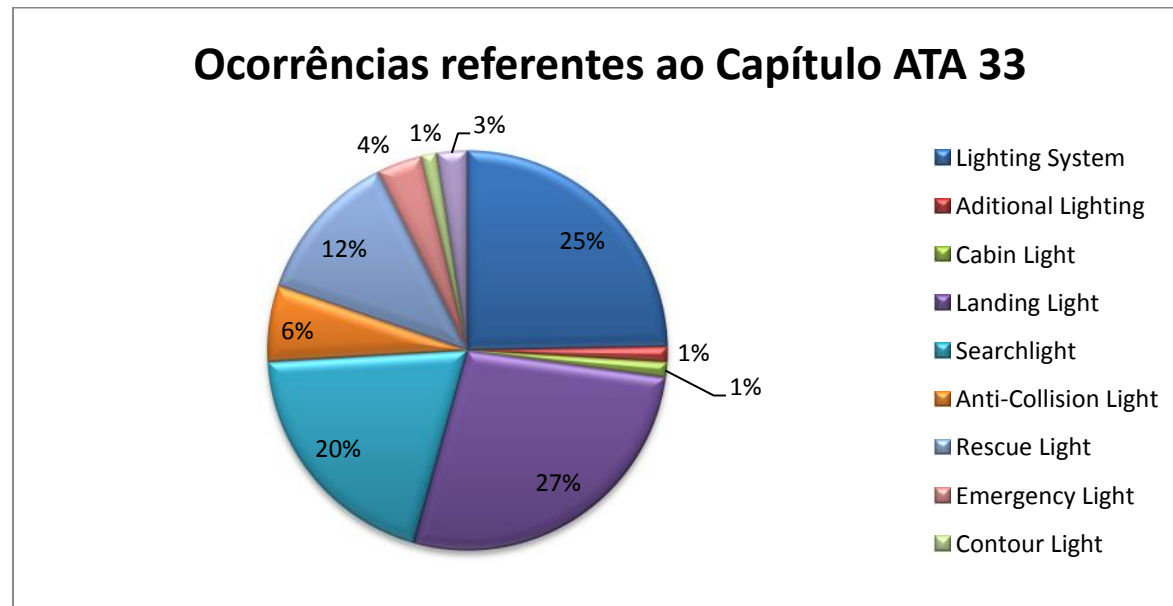


Figura 45 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 31, a partir da sua caracterização percentual

- Capítulo ATA 33

Tabela 45 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 33

ATA 33 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 33, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
8%	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
SISTEMAS	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
Lighting System	2	3	1	3	3		1	3	1		1				2				20
Additional Lighting		1																	1
Cabin Light		1																	1
Landing Light		1			2	2	1	3	3	2	1	4						3	22
Searchlight		1		2		4		5		1		1					1	1	16
Anti-Collision Light					1						1						2	1	5
Rescue Light						1		2	1		4							2	10
Emergency Light								1				1	1						3
Contour Light									1										1
Lighting of Tail Part													1				1		2

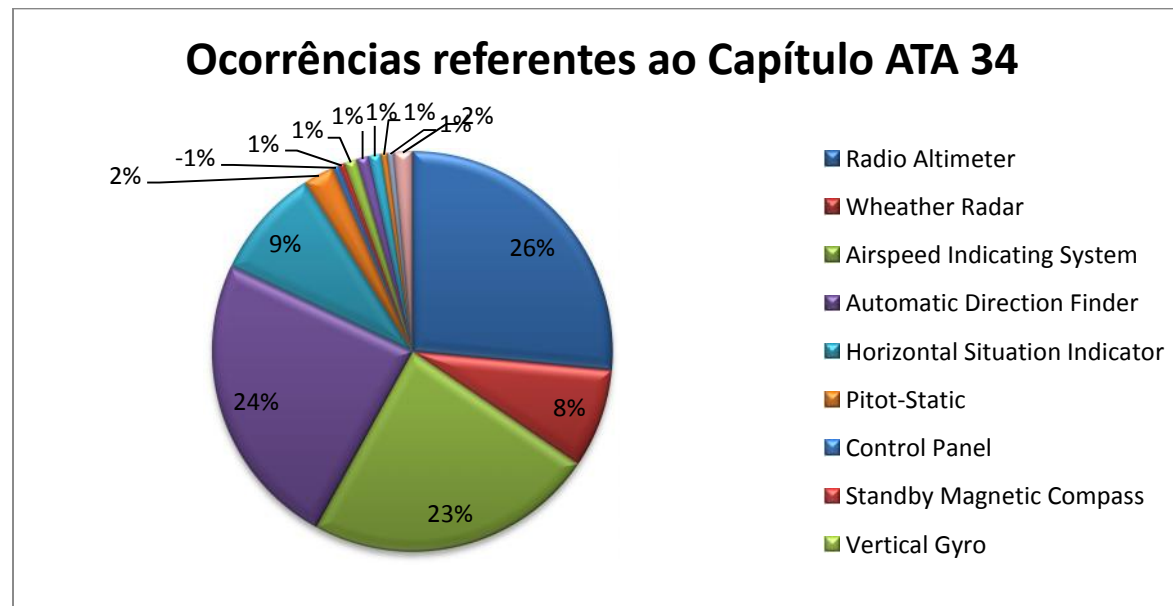


**Figura 46 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 33, a partir da sua caracterização percentual**

- Capítulo ATA 34

Tabela 46 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 34

ATA 34 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 34, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
SISTEMAS	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
Radio Altimeter	2	3	4		19			6			2	2	5	7			2	1	53
Weather Radar	3		1	1			2			3		1	4				1		16
Airspeed Indicating System	6	2		5	3	1	14	1	4	3	4		1	1			2		47
Automatic Direction Finder		4	1	3	5	5				2	5	4	4	2	6	4		3	48
Horizontal Situation Indicator	2	2		1	1		1				2		2	2		5			18
Pitot-Static	1						3		1										5
Control Panel	1																		1
Standby Magnetic Compass	1																		1
Vertical Gyro					1					1									2
Amplifier Unit					2														2
Clock					2														2
Erecting Cut-Out Switch											1								1
Pressure Altimeter													1						1
Vertical Speed Indicator		2									1								3



**Figura 47 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 34, a partir da sua caracterização**

- Capítulo ATA 62

Tabela 47 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 62

ATA 62 [% da Análise Global]	Número de Ocorrências, associadas aos Capítulo ATA 62, por ano e por aeronave																		Número Total de Ocorrências
	KILO			LIMA			MIKE			NOVEMBER			OSCAR			PAPA			
SISTEMAS	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	
Blades	7	1	2				4		3	5	2			3		6		2	35
Rotors				6															6



**Figura 48 - Especificação dos sistemas problemáticos, em função do Capítulo ATA 62, a partir da sua caracterização percentual**

## **ANEXO VIII**

Exemplo dos registos das movimentações de componentes (Aeronave: KILO; Componente:  
EFIS [P/N - NM-16-3-9])

P/N	MM 16-3-Э							
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C		
<b>3640470077</b>			0:00:00	01-05-2008	93	235:43:00	Co-pilot radar INOP	Remoção
<b>3640470080</b>	01-05-2008	93	235:43:00	16-09-2008	266/2008	295:55:00	INOP	Remoção
<b>3640270073</b>	16-09-2008	266/2008	295:55:00	16-12-2010	3731	978:22:00	Botão PRM desapertado	Reaperto do botão
<b>3640960063</b>			0:00:00	17-11-2009	2253	631:13:00	Informações diferentes entre EFIS	Limpeza de contactos
<b>3640960063</b>	17-11-2009	2253	631:13:00	01-12-2009	2255	631:13:00	Conveniência de Serviço	Remoção
<b>3640960061</b>	04-12-2009	2260	631:26:00			980:55:00		
<b>3640270073</b>	16-12-2010	3731	978:22:00			980:55:00		

## **ANEXO IX**

Resultados das movimentações, por componente

- RT-5000 (P/N: 400-015525-0101)

**Tabela 48 - Movimentação dos diversos RT-5000, pertencentes à frota Kamov**

P/N	400-015525-0101									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
44695			0:00:00	09-06-2008	152	258:50:00	Serviço de conveniência	Remoção	KILO	258:50:00
44695	09-06-2008	10	16:02	21-03-2009	922	193:30:00	RT-5000 INOP	Remoção	PAPA	177:28:00
44694			0:00:00	30-05-2008	256	194:48:00	Serviço de conveniência	Remoção	LIMA	194:48:00
44694	28-07-2008	168	270:17:00			980:55:00			KILO	710:38:00
45056			00:00	02-06-2008	118/2008	12:55	Serviço de conveniência	Remoção	PAPA	12:55:00
45056	30-05-2008	256	194:48:00	20-03-2009	1012	374:35:00	Serviço de conveniência	Remoção	LIMA	179:47:00
45056	21-03-2009	922	193:30:00	02-04-2009	940	232:03:00	Muito ruído na transmissão	Remoção	PAPA	38:33:00
45056	08-04-2009	1013	374:35:00			763:13:00			LIMA	388:38:00
45011			0:00:00	11-04-2008	80	94:22:00	Resposta intermitente	Limpeza de contactos	MIKE	94:22:00
45011	11-04-2008	80	94:22:00	27-01-2010	1792	533:29:00	Sem transmissão	Limpeza de contactos	MIKE	439:07:00
45011	27-01-2010	1792	533:29:00			924:12:00			MIKE	390:43:00
44658			00:00			853:09:00			NOVEMBER	853:09:00
45012			00:00			819:43:00			OSCAR	819:43:00
49273	02-04-2009	940	232:03:00			908:03:00			PAPA	676:00:00

- C-5000 (P/N: 31300-0101-1200)

**Tabela 49 - Movimentação dos diversos C-5000, pertencentes à frota Kamov**

P/N	31300-0101-1200									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
45286			0:00:00	09-06-2008	152	258:50:00	Serviço de conveniência	Remoção	KILO	258:50:00
45286	09-06-2008	10	16:02:00	20-03-2009	921	188:08:00	RT-5000 INOP	Remoção	PAPA	172:06:00
45286	02-04-2009	940	232:03:00			908:03:00			PAPA	676:00:00
45243	28-07-2008	168	270:17:00	03-09-2008	221/2008	290:22:00	Serviço de conveniência	Remoção	KILO	20:05:00
45243	06-02-2009	717	222:45:00	05-04-2010	63/2010	552:16:00	C-5000 sem recepção nem transmissão	Remoção	OSCAR	329:31:00
43250			0:00:00	09-06-2008	10	16:02:00	Serviço de conveniência	Remoção	PAPA	16:02:00
43250	03-09-2008	221/2008	290:22:00	23-11-2008	580	329:53:00	RT-5000 INOP	Remoção	KILO	39:31:00
44666			0:00:00	19-02-2008	28/2008	38:00:00	Serviço de conveniência	Remoção	NOVEMBER	38:00:00
44666	05-06-2008	123/2008	129:36:00	07-06-2008	126/2008	129:36:00	Serviço de conveniência	Remoção	OSCAR	0:00:00
44666	23-11-2008	580	329:53:00			980:55:00			KILO	651:02:00
44932			0:00:00	23-04-2008	115	188:19:00	Serviço de conveniência	Remoção	LIMA	188:19:00
44932	30-05-2008	256	194:48:00	20-03-2009	1012	374:35:00	Serviço de conveniência	Remoção	LIMA	179:47:00
44932	20-03-2009	921	188:08:00	02-04-2009	940	232:03:00	Muito ruído	Remoção	PAPA	43:55:00
44932	08-04-2009	1013	374:35:00			763:13:00			LIMA	388:38:00
45234	19-02-2008	28/2008	38:00:00			853:09:00			NOVEMBER	815:09:00
45284			0:00:00	12-02-2008	5	22:14	Serviço de conveniência	Remoção	OSCAR	22:14:00
49225	07-06-2008	126/2008	129:36:00	06-02-2009	717	222:45:00	Serviço de conveniência	Remoção	OSCAR	93:09:00
49225	05-04-2010	63/2010	552:16:00			819:43:00			OSCAR	267:27:00

- Fuel Pumps (P/N: ЭЦН-75Б)

Tabela 50 - Movimentação das diversas "Fuel Pumps", pertencentes à frota Kamov

P/N	3UH-75b									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
49810401094			0:00:00	03-01-2008	19	39:55:00	Bomba de transferência 3&4 LH INOP	Remoção	MIKE	39:55:00
50851043	03-01-2008	19	39:55:00			924:12:00			MIKE	884:17:00
49810401066			0:00:00	12-05-2010	2808	582:30:00	Bomba de transferência 3&4 RH INOP	Remoção	MIKE	582:30:00
49810901649	12-05-2010	2808	582:30:00	10-08-2010	3155	733:21:00	Bomba de transferência 3&4 RH desliga-se	Remoção	MIKE	150:51:00
49805401061			0:00:00	20-05-2010	2782	635:36:00	Bomba de transferência 3&4 desliga-se e liga-se	Limpeza de contactos	NOVEMBER	635:36:00
49805401061	20-05-2010	2782	635:36:00	09-08-2010	3043	708:13:00	Funcionamento intermitente e informação errada	Remoção	NOVEMBER	72:37:00
49805401061	10-08-2010	3155	733:21:00			924:12:00			MIKE	190:51:00
49812301026	09-08-2010	3043	708:13:00			853:09:00			NOVEMBER	144:56:00
49805401046			0:00:00	10-08-2010	3045	715:14:00	Bomba #1 INOP	Remoção	NOVEMBER	715:14:00
49805401046	31-08-2010	238/2010	627:36:00			853:09:00			NOVEMBER	225:33:00
49810901644	10-08-2010	3045	715:14:00			853:09:00			NOVEMBER	137:55:00
49805401047			0:00:00	31-08-2010	238/2010	627:36:00	Bomba de arranque INOP	Remoção	NOVEMBER	627:36:00
P026610074			0:00:00	31-03-2010	2356	650:41:00	Bomba de transferência 3&4 LH INOP	Reconnectada	PAPA	650:41:00
P026610074	31-03-2010	2356	650:41:00	01-04-2010	2357	652:30:00	Bomba de transferência 3&4 LH INOP	Remoção	PAPA	1:49:00
P08710373	01-04-2010	2357	652:30:00			908:03:00			PAPA	255:33:00
49810401062			0:00:00	12-09-2009	1339	373:28:00	Bomba #2 INOP	Remoção	PAPA	373:28:00
49810401091	12-09-2009	1339	373:28:00	03-03-2010	2434	636:24:00	Bomba #2 INOP	Reparação dos fios de ligação	PAPA	262:56:00
49810401091	03-03-2010	2434	636:24:00			908:03:00			PAPA	271:39:00

- Fuel Control System (P/N: LCD 14-0417)

**Tabela 51 - Movimentação dos diversos "Fuel Control Systems", pertencentes à frota Kamov**

P/N	LCD 14-0417									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
1250			0:00:00	22-10-2010	3522	893:07:00	ADS sem informação	Remoção	KILO	893:07:00
715			0:00:00	23-02-2009	643	354:53:00	Informação sobre combustível total em falta	Limpeza de contactos	LIMA	354:53:00
715	23-02-2009	643	354:53:00	13-03-2009	1010	374:35:00	ADS INOP	Remoção	LIMA	19:42:00
715	01-04-2009	1123	288:52:00	31-10-2009	2341	495:51:00	Indicador de combustível INOP	Remoção	MIKE	206:59:00
1830			0:00:00	09-02-2009	769	194:08:00	LCD INOP	Remoção	MIKE	194:08:00
1830	22-10-2010	3522	893:07:00			980:55:00			KILO	87:48:00
2511	05-01-2009	546	136:53:00	05-02-2009	810	146:37:00	Muito lento a ligar	Remoção	NOVEMBER	9:44:00
2511	13-03-2009	1010	374:35:00			763:13:00			LIMA	388:38:00
840	20-02-2009	774	195:53:00	01-04-2009	1123	288:52:00	LCD INOP	Remoção	MIKE	92:59:00
840	12-05-2008	70	125:17:00	20-02-2009	722	226:50:00	Serviço de conveniência	Remoção	OSCAR	101:33:00
840	02-11-2010	3386	817:43:00			819:43:00			OSCAR	2:00:00
1528			00:00	31-05-2008	4	12:55	Serviço de conveniência	Remoção	PAPA	12:55:00
1528	31-10-2009	2341	495:51:00			924:12:00			MIKE	428:21:00
4801			0:00:00	05-01-2009	546	136:53:00	Indicação de combustível errada	Remoção	NOVEMBER	136:53:00
4801	05-02-2009	810				853:09:00			NOVEMBER	853:09:00
1030			0:00:00	12-05-2008	70	125:17:00	Sem informação de combustível	Remoção	OSCAR	125:17:00
1030	07-03-2009	723	226:50:00	23-10-2010	3384	817:43:00	Serviço de conveniência	Remoção	OSCAR	590:53:00
6413	31-05-2008	4	12:55			908:03:00			PAPA	895:08:00

- EFIS (P/N: IM 16-3-Э)

**Tabela 52 - Movimentação dos diversos EFIS, pertencentes à frota Kamov**

P/N	NM-16-3-9									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG	HRS A/C	DATA	TECH LOG	HRS A/C				
3640470080	01-05-2008	93	235:43:00	16-09-2008	266/2008	295:55:00	INOP	Remoção	HMK	60:12:00
3640470080	07-01-2009	752	180:07:00	12-02-2009	772	195:53:00	Não se liga	Remoção	HMM	15:46:00
3640470080	12-02-2009	718	223:45:00	20-02-2009	722	226:50:00	Conveniência de Serviço	Remoção	HMO	3:05:00
3640470080	20-02-2009	774	195:53:00	23-09-2009	1980	402:42:00	INOP	Remoção	HMM	206:49:00
3640470080	04-12-2009	1633	588:46:00			763:13:00			HML	174:27:00
3640470077			0:00:00	01-05-2008	93	235:43:00	Co-pilot radar INOP	Remoção	HMK	235:43:00
3640470077	06-06-2008	257	195:15:00			763:13:00			HML	567:58:00
3640270073			0:00:00	21-02-2008	32/2008	39:37:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	39:37:00
3640270073	16-09-2008	266/2008	295:55:00	16-12-2010	3731	978:22:00	Botão PRM desapertado	Reaperto do botão	HMK	682:27:00
3640270073	16-12-2010	3731	978:22:00			980:55:00			HMK	2:33:00
3640960063			0:00:00	17-11-2009	2253	631:13:00	Informações diferentes entre EFIS	Limpeza de contactos	HMK	631:13:00
3640960063	17-11-2009	2253	631:13:00	01-12-2009	2255	631:13:00	Conveniência de Serviço	Remoção	HMK	0:00:00
3640960063	01-12-2009	2018	487:18:00			819:43:00			HMO	332:25:00
3640960061			0:00:00	06-06-2008	257	195:15:00	INOP	Remoção	HML	195:15:00
3640960061	04-09-2009	2104	479:04:00	04-12-2009	1633	588:46:00	Diferença de 20º com o HSI	Remoção	HML	109:42:00
3640960061	04-12-2009	2260	631:26:00			980:55:00			HMK	349:29:00
3640960060			0:00:00	03-02-2009	630	341:06:00	Apagou-se	Limpeza de contactos	HML	341:06:00
3640960060	03-02-2009	630	341:06:00	06-02-2009	632	341:06:00	INOP	Remoção	HML	0:00:00
3640960060	09-02-2009	769	194:08:00	20-02-2009	774	195:53:00	Botão "F" solto + Sem informação de combustível	Remoção	HMM	1:45:00
3640960060	07-03-2009	723	226:50:00			819:43:00			HMO	592:53:00

- EFIS (P/N: IM 16-3-Э) (Continuação)

P/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
S/N	DATA	TECH LOG	HRS A/C	DATA	TECH LOG	HRS A/C				
3640470076			0:00:00	09-02-2009	769	194:08:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	194:08:00
3640470076	06-02-2009	632	341:06:00	04-09-2009	2104	479:04:00	INOP	Remoção	HML	137:58:00
3640470076	23-09-2009	1980	402:42:00			924:12:00			HMM	521:30:00
3640270071			0:00:00	07-01-2009	752	180:07:00	MFD demorou 10 min a ligar	Remoção	HMM	180:07:00
3640270071	12-02-2009	772	195:53:00	20-02-2009	774	195:53:00	Sem informação de combustível	Remoção	HMM	0:00:00
3640270071	20-02-2009	722	226:50:00	01-12-2009	2018	487:18:00	Sem imagem de Wheather Radar	Remoção	HMO	260:28:00
3640270063			0:00:00	20-02-2009	722	226:50:00	Conveniência de Serviço	Remoção	HMO	226:50:00
3640270063	20-02-2009	774	195:53:00			924:12:00			HMM	728:19:00
3640470079	21-02-2008	32/2008	39:37:00	10-06-2009	1508	236:07:00	Diferença com o Magnetic Compass	Remoção	HMN	196:30:00
3640960064			0:00:00	23-08-2008	244	159:59:00	EFIS #2 falhou e ficou a funcionar apenas em um canal	Contactos limpos	HMO	159:59:00
3640960064	23-08-2008	244	159:59:00	12-02-2009	718	223:45:00	Demora a ligar	Remoção	HMO	63:46:00
3640960064	10-06-2009	1508	236:07:00	16-05-2010	2773	625:28:00	TO/FROM flags de ambos EFIS INOP	Limpeza de contactos	HMN	389:21:00
3640960064	16-05-2010	2773	625:28:00			853:09:00			HMN	227:41:00
3640270072	2007		0:00:00			908:03:00			HMP	908:03:00
3640470078	2007		0:00:00			908:03:00			HMP	908:03:00
3640270070			0:00:00			853:09:00			HMN	853:09:00

- IU (P/N: BC-226)

**Tabela 53 - Movimentação dos diversos IU's, pertencentes à frota Kamov**

P/N	bc-226									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVES	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
3640760039			0:00:00	07-10-2010	3514	890:54:00	Serviço de Conveniência	Remoção	HMK	890:54:00
3640760039	07-10-2010	3607	908:03:00			908:03:00			HMP	0:00:00
3640960047			0:00:00	15-09-2009	1861	404:47:00	IU #2 INOP	Remoção	HMO	404:47:00
3640960047	15-04-2010	2690	574:21:00	07-05-2010	2801	578:57:00	TO/FROM flags INOP	Remoção	HMM	4:36:00
3640960047	07-05-2010	2377	670:02:00	10-09-2010	3488	863:43:00	Perda de dados	Limpeza de contactos	HMP	193:41:00
3640960047	10-09-2010	3488	863:43:00	22-09-2010	3494	872:08:00	Master Caution intermitente	Limpeza de contactos	HMP	8:25:00
3640960047	22-09-2010	3494	872:08:00	07-10-2010	3607	884:49:00	IU #2 INOP	Remoção	HMP	12:41:00
3640960047	07-10-2010	3514	890:54:00	12-10-2010	3517	981:25:00	Serviço de Conveniência	Remoção	HMK	90:31:00
3640960047	12-10-2010	3652	886:22:00	13-10-2010	3653	886:22:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	0:00:00
3640960047	22-10-2010	3522	893:07:00	15-12-2010	3729	897:06:00	Sem indicação no variometro	Limpeza de contactos	HMK	3:59:00
3640960047	15-12-2010	3729	897:06:00			980:55:00			HMK	83:49:00
3640760040	2007		0:00:00	07-05-2010	2377	670:02:00	VSI com variações	Remoção	HMP	670:02:00
3640760040	07-05-2010	2801	578:57:00	12-10-2010	3652	886:22:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	307:25:00
3640760040	12-10-2010	3517	891:25:00			980:55:00			HMK	89:30:00
3641060048			0:00:00	11-11-2009	2348	499:48:00	G/S com oscilações	Remoção	HMM	499:48:00
3641060048	12-11-2009	1753	502:29:00	15-04-2010	2690	574:21:00	IU #2 com anomalia	Remoção	HMM	71:52:00

- IU (P/N: BC-226) (Continuação)

P/N	bc-226									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVES	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
3640860043			0:00:00	11-11-2009	2348	499:48:00	G/S com oscilações	Remoção	HMM	499:48:00
3640860043	12-11-2009	1753	502:29:00			924:12:00			HMM	421:43:00
3641240030	11-11-2009	2348	499:48:00	12-11-2009	1753	502:29:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	2:41:00
3640150038	11-11-2009	2348	499:48:00	12-11-2009	1753	502:29:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	2:41:00
3641160052	13-10-2010	3653	886:22:00			924:12:00			HMM	37:50:00
3640760041			0:00:00			819:43:00			HMO	819:43:00
3641260059	15-09-2009	1861	404:47:00			819:43:00			HMO	414:56:00
3640960044	2007		0:00:00	10-09-2010	3488	863:43:00	Perda de dados	Limpeza de contactos	HMP	863:43:00
3640960044	10-09-2010	3488	863:43:00	22-09-2010	3494	872:08:00	Master Caution intermitente	Limpeza de contactos	HMP	8:25:00
3640960044	22-09-2010	3494	872:08:00			908:03:00			HMP	35:55:00
3640960045			0:00:00	22-10-2010	3522	893:07:00	IU #2 INOP	Remoção	HMK	893:07:00
3640960046			00:00	07-10-2009	2137	529:56:00	CS Drift com variação de 20º	Limpeza de contactos	HML	529:56:00
3640960046	07-10-2009	2137	529:56:00			763:13:00			HML	233:17:00

- ADC (P/N: BBC-226-Θ)

**Tabela 54 - Movimentação dos diversos ADC's, pertencentes à frota Kamov**

P/N	bbc-226									
S/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
3641060436			0:00:00	04-08-2008	199/2008	278:51:00	Em voo, EFIS indica um decréscimo de 200'/min	Limpeza de contactos	HMK	278:51:00
3641060436	04-08-2008	199/2008	278:51:00	30-09-2008	552	309:46:00	VSI com diferença de 500'	Remoção	HMK	30:55:00
3640960300			0:00:00	10-03-2009	879	368:31:00	Alarme não se desliga	Remoção	HMK	368:31:00
3640960300	30-03-2009	961	199:40:00	31-03-2009	964	200:54:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	1:14:00
3640960300	08-04-2009	1012	374:35:00	18-02-2010	2471	572:11:00	ADC INOP	Remoção	HML	197:36:00
3640960300	24-12-2010	3695	924:12:00			924:12:00			HMM	0:00:00
3641260448			0:00:00	15-02-2008	15	35:32:00	ADC INOP	Remoção	HMN	35:32:00
3641260448	30-09-2008	552	309:46:00	13-10-2008	565	323:20:00	EFIS / VSI #1 e #2 com informação errada	Remoção	HMK	13:34:00
3641260448	07-11-2008	574	328:33:00			980:55:00			HMK	652:22:00
3641060440			0:00:00	29-02-2008	90	162:42:00	ASI com diferença de 10/15 kts	Remoção	HML	162:42:00
3641060440	13-10-2008	565	323:20:00	07-11-2008	574	328:33:00	Conveniência de serviço	Remoção	HMK	5:13:00
3641060440	11-11-2008	399	323:44:00			763:13:00			HML	439:29:00
3641160444	29-02-2008	90	162:42:00	10-03-2009*	1012	374:35:00	Serviço de conveniência	Remoção	HML	211:53:00
3641160444	10-03-2009	879	368:31:00			980:55:00			HMK	612:24:00
3640960298			0:00:00	11-11-2008	399	323:44:00	Subida de 5º sem ser comandado	Remoção	HML	323:44:00
3640960298	18-02-2010	2471	572:11:00			763:13:00			HML	191:02:00
3640960299			0:00:00	23-04-2008	89	101:40:00	ASI com diferença de 10kts	Remoção	HMM	101:40:00
3640960299	30-03-2009	961	199:40:00	31-03-2009	964	200:54:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	1:14:00
3640960299	03-04-2009	1161	288:10:00			819:43:00			HMO	531:33:00

- ADC (P/N: BBC-226-Θ) (Continuação)

P/N	INSTALAÇÃO			DETECÇÃO DE ANOMALIA			MOTIVO	ACÇÃO	AERONAVE	TEMPO DE OPERAÇÃO [h:m:s]
S/N	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C	DATA	TECH LOG / WO	HRS A/C				
3641160116			0:00:00	30-04-2008	91	102:37:00	ASI com diferença de 10/12kts	Remoção	HMM	102:37:00
3641160445	23-04-2008	89	101:40:00			924:12:00			HMM	822:32:00
3641160112	30-04-2008	91	102:37:00	10-12-2008	437	167:16:00	INOP	Remoção	HMM	64:39:00
3641060434	10-12-2008	437	167:16:00	18-02-2010	2651	538:54:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMM	371:38:00
3641260449	18-02-2010	2651	538:54:00	28-08-2010	3199	827:42:00	ADC INOP	Remoção	HMM	288:48:00
3640680535	28-08-2010	3199	827:42:00	24-12-2010	3695	924:12:00	Luz de alarme intermitente	Remoção	HMM	96:30:00
3641060435			0:00:00	21-02-2008	18	39:37:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	39:37:00
3641260451	15-02-2008	15	35:32:00	30-03-2009	961	199:40:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	164:08:00
3641260451	31-03-2009	964	200:54:00			853:09:00			HMN	652:15:00
3641060441	21-02-2008	18	39:37:00	30-03-2009	961	199:40:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMN	160:03:00
3641060441	31-03-2009	964	200:54:00			853:09:00			HMN	652:15:00
3640960301			0:00:00	03-04-2009	1161	288:10:00	Serviço de conveniência	Remoção	HMO	288:10:00
3641060437			0:00:00	02-10-2009	2225	576:55:00	Diferença de Airspeed Indication entre EFIS #1 e #2	Limpeza de contactos	HMP	576:55:00
3641060437	02-10-2009	2225	576:55:00			908:03:00			HMP	331:08:00
3641160446			0:00:00	02-10-2009	2225	576:55:00	Diferença de Airspeed Indication entre EFIS #1 e #2	Limpeza de contactos	HMP	576:55:00
3641160446	02-10-2009	2225	576:55:00			908:03:00			HMP	331:08:00

## **ANEXO X**

Caracterização Fiabilística dos diversos componentes, por frota, aeronave e S/N

- RT-5000 (P/N: 400-015525-0101)

**Tabela 55 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao RT-5000**

<b>FIABILIDADE DA FROTA</b>										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	6	4	7873,88	0,00013	0,80074	80,07%	1	2	15747,75

**Tabela 56 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao RT-5000**

<b>FIABILIDADE POR AERONAVE</b>										
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
LIMA	763:13:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
MIKE	924:12:00	1	2	462,10	0,00216	0,02267	2,27%	1	0	INF
NOVEMBER	853:09:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
OSCAR	819:43:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
PAPA	908:03:00	1	2	454,03	0,00220	0,02120	2,12%	1	2	454,03

Tabela 57 - Caracterização Fiabilística de cada RT-5000, pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
44695	436:18:00	1	436,30	0,00229	0,01813	1,81%	1	436,30
44694	905:26:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
45056	619:53:00	1	619,88	0,00161	0,05944	5,94%	1	619,88
45011	924:12:00	2	462,10	0,00216	0,02267	2,27%	0	INF
44658	853:09:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
45012	819:43:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49273	676:00:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF

- C-5000 (P/N: 31300-0101-1200)

Tabela 58 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao C-5000

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	6	4	7873,875	0,00013	0,80074	80,07%	1	4	7873,88

Tabela 59 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao C-5000

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas por aeronave	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	1	1	980,92	0,00102	0,16800	16,80%	1	1	980,92
LIMA	763:13:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
MIKE	924:12:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
NOVEMBER	853:09:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
OSCAR	819:43:00	1	1	819,72	0,00122	0,11829	11,83%	1	1	819,72
PAPA	908:03:00	1	2	454,03	0,00220	0,02120	2,12%	1	2	454,03

Tabela 60 - Caracterização Fiabilística de cada C-5000, pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
45286	1106:56:00	1	1106,933	0,00090	0,20583	20,58%	1	1106,93
45243	349:36:00	1	349,600	0,00286	0,00670	0,67%	1	349,60
43250	55:33:00	1	55,550	0,01800	0,00000	0,00%	1	55,55
44666	689:02:00	0	INF.	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
44932	800:39:00	1	800,650	0,00125	0,11243	11,24%	1	800,65
45234	815:09:00	0	INF.	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
45284	22:14:00	0	INF.	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49225	360:36:00	0	INF.	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF

- Fuel Pumps (P/N: ЭЦН-75Б)

Tabela 61 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto a "Fuel Pump"

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	72	11	34358,73	0,00003	0,95035	95,03%	4	8	47243,25

Tabela 62 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto a "Fuel Pump"

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	72	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
LIMA	763:13:00	72	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
MIKE	924:12:00	72	3	22180,80	0,00005	0,92415	92,41%	5	3	22180,80
NOVEMBER	853:09:00	72	4	15356,70	0,00007	0,89231	89,23%	8	3	20475,60
OSCAR	819:43:00	72	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
PAPA	908:03:00	72	4	16344,90	0,00006	0,89848	89,85%	7	2	32689,80

Tabela 63 - Caracterização Fiabilística de cada "Fuel Pump" pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
49810401094	39:55:00	1	39,92	0,02505	0,00000	0,00%	1	39,92
50851043	884:17:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49810401066	582:30:00	1	582,50	0,00172	0,04960	4,96%	1	582,50
49810901649	150:51:00	1	150,97	0,00662	0,00001	0,00%	1	150,85
49805401061	899:04:00	2	449,53	0,00222	0,02040	2,04%	1	899,07
49812301026	144:56:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49805401046	940:47:00	1	940,78	0,00106	0,15569	15,57%	1	940,78
49810901644	137:55:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49805401047	627:36:00	1	627,60	0,00159	0,06154	6,15%	1	627,60
P026610074	652:30:00	2	326,25	0,00307	0,00469	0,47%	1	652,50
P08710373	255:33:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
49810401062	373:28:00	1	373,47	0,00268	0,00923	0,92%	1	373,47
49810401091	534:35:00	1	534,58	0,00187	0,03789	3,79%	0	INF

- Fuel Control System (P/N: LCD 14-0417)

Tabela 64 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao "Fuel Control System"

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	6	9	3499,50	0,00029	0,60653	60,65%	2	8	3936,94

Tabela 65 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao "Fuel Control System"

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	1	1	980,92	0,00102	0,16800	16,80%	1	1	980,92
LIMA	763:13:00	1	2	381,61	0,00262	0,01020	1,02%	1	1	763,22
MIKE	924:12:00	1	3	308,07	0,00325	0,00341	0,34%	1	3	308,07
NOVEMBER	853:09:00	1	2	426,58	0,00234	0,01654	1,65%	1	2	426,58
OSCAR	819:43:00	1	1	819,72	0,00122	0,11829	11,83%	1	1	819,72
PAPA	908:03:00	1	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF

Tabela 66 - Caracterização Fiabilística de cada "Fuel Control System" pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
1250	893:07:00	1	893,12	0,00112	0,14098	14,10%	1	893,12
715	581:34:00	3	193,86	0,00516	0,00012	0,01%	2	290,78
1830	281:56:00	1	281,93	0,00355	0,00202	0,20%	1	281,93
2511	398:22:00	1	398,37	0,00251	0,01237	1,24%	1	398,37
840	196:32:00	1	196,53	0,00509	0,00014	0,01%	1	196,53
1528	441:16:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
4801	990:02:00	1	990,03	0,00101	0,17078	17,08%	1	990,03
1030	716:10:00	1	716,17	0,00140	0,08688	8,69%	1	716,17
6413	895:08:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF

- EFIS (P/N: ИМ 16-3-Э)

Tabela 67 - Caracterização Fiabilística da frota, quanto ao EFIS

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	12	19	3315,32	0,00030	0,58991	58,99%	5	14	4499,36

Tabela 68 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave, quanto ao EFIS

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	2	4	490,46	0,00204	0,02822	2,82%	2	2	980,92
LIMA	763:13:00	2	5	305,29	0,00328	0,00324	0,32%	2	4	381,61
MIKE	924:12:00	2	5	369,68	0,00271	0,00880	0,88%	2	5	369,68
NOVEMBER	853:09:00	2	2	853,15	0,00117	0,12862	12,86%	2	1	1706,30
OSCAR	819:43:00	2	3	546,48	0,00183	0,04069	4,07%	2	2	819,72
PAPA	908:03:00	2	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF

Tabela 69 - Caracterização Fiabilística de cada EFIS pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
3640470080	460:19:00	3	153,44	0,00652	0,00001	0,00%	3	153,44
3640470077	803:41:00	1	803,68	0,00124	0,11336	11,34%	1	803,68
3640270073	724:37:00	1	724,62	0,00138	0,08939	8,94%	0	INF
3640960063	963:38:00	1	963,63	0,00104	0,16271	16,27%	0	INF
3640960061	654:26:00	2	327,22	0,00306	0,00476	0,48%	2	327,22
3640960060	935:44:00	3	311,91	0,00321	0,00366	0,37%	2	467,87
3640470076	853:36:00	1	853,60	0,00117	0,12875	12,88%	1	853,60
3640270071	440:35:00	3	146,86	0,00681	0,00001	0,00%	3	146,86
3640270063	955:09:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640470079	196:30:00	1	440,58	0,00227	0,01885	1,88%	1	196,50
3640960064	840:47:00	3	146,86	0,00681	0,00001	0,00%	1	840,78
3640270072	908:03:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640470078	908:03:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640270070	853:09:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF

- IU (P/N: BC-226)

Tabela 70 - Caracterização Fiabilística da frota quanto aos IU's

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	12	14	4499,36	0,00022	0,67781	67,78%	4	8	7873,88

Tabela 71 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave quanto aos IU's

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	2	2	980,92	0,00102	0,16800	16,80%	2	1	1961,83
LIMA	763:13:00	2	1	1526,43	0,00066	0,31781	31,78%	1	0	INF
MIKE	924:12:00	2	4	462,10	0,00216	0,02267	2,27%	2	4	462,10
NOVEMBER	853:09:00	2	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
OSCAR	819:43:00	2	1	1639,43	0,00061	0,34394	34,39%	1	1	1639,43
PAPA	908:03:00	2	6	302,68	0,00330	0,00309	0,31%	2	2	908,05

Tabela 72 - Caracterização Fiabilística de cada IU pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas pela frota	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
3640760039	890:54:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640960047	802:29:00	6	133,75	0,00748	0,00000	0,00%	3	267,49
3640760040	1066:57:00	1	1066,95	0,00094	0,19399	19,40%	1	1066,95
3641060048	571:40:00	2	285,83	0,00350	0,00219	0,22%	2	285,83
3640860043	921:31:00	1	921,52	0,00109	0,14975	14,98%	1	921,52
3641240030	2:41:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640150038	2:41:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641160052	37:50:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640760041	819:43:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641260059	414:56:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640960044	908:03:00	2	454,03	0,00220	0,02120	2,12%	0	INF
3640960045	893:07:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640960046	763:13:00	1	763,22	0,00131	0,10100	10,10%	0	INF

- ADC (P/N: BBC-226-Θ)

Tabela 73 - Caracterização Fiabilística da frota quanto aos ADC's

FIABILIDADE DA FROTA										
Frota	Horas voadas pela frota	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas pela frota em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KAMOV	5249:15:00	12	15	4199,40	0,00024	0,65924	65,92%	4	12	5249,25

Tabela 74 - Caracterização Fiabilística de cada aeronave quanto aos ADC's

FIABILIDADE POR AERONAVE										
Registo de Aeronave	Horas voadas por aeronave	Nº de componentes em uso	Nº de ocorrências	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Nº médio de avarias/ Horas voadas por cada aeronave em média por ano	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
KILO	980:55:00	2	4	490,46	0,00204	0,02822	2,82%	2	3	653,94
LIMA	763:13:00	2	3	508,81	0,00197	0,03210	3,21%	2	3	508,81
MIKE	924:12:00	2	5	369,68	0,00271	0,00880	0,88%	2	5	369,68
NOVEMBER	853:09:00	2	1	1706,30	0,00059	0,35863	35,86%	1	1	1706,30
OSCAR	819:43:00	2	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	0	INF
PAPA	908:03:00	2	2	908,05	0,00110	0,14559	14,56%	2	0	INF

Tabela 75 - Caracterização Fiabilística de cada ADC pertencente à frota Kamov

FIABILIDADE POR COMPONENTE								
S/N do componente	Horas voadas por componente	Nº de anomalias detectadas	MTBF [h]	Failure Rate	Reliability	Reliability [%]	Remoções Efectuadas	MTBUR [h]
3641060436	309:46:00	2	154,88	0,00646	0,00001	0,00%	1	309,77
3640960300	567:21:00	2	283,68	0,00353	0,00210	0,21%	2	283,68
3641260448	701:28:00	2	350,73	0,00285	0,00681	0,68%	2	350,73
3641060440	607:24:00	1	607,40	0,00165	0,05609	5,61%	1	607,40
3641160444	824:17:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640960298	514:46:00	1	514,77	0,00194	0,03340	3,34%	1	514,77
3640960299	634:27:00	1	634,45	0,00158	0,06342	6,34%	1	634,45
3641160116	102:37:00	1	102,62	0,00975	0,00000	0,00%	1	102,62
3641160445	822:32:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641160112	64:39:00	1	64,65	0,01547	0,00000	0,00%	1	64,65
3641060434	371:38:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641260449	288:48:00	1	288,80	0,00346	0,00234	0,23%	1	288,80
3640680535	96:30:00	1	96,5	0,01036	0,00000	0,00%	1	96,50
3641060435	39:37:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641260451	816:23:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641060441	812:18:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3640960301	288:10:00	0	INF	0,00000	1,00000	100,00%	0	INF
3641060437	908:03:00	1	908,05	0,00110	0,14559	14,56%	0	INF
3641160446	908:03:00	1	908,05	0,00110	0,14559	14,56%	0	INF

## **ANEXO XI**

Tabela FMEA

**Tabela 76 - Análise de Modos e Efeito de Falha (FMEA)**

COMPONENTE	FUNÇÃO	ANOMALIA DETECTADA	ACÇÃO CORRECTIVA	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	DETECTABILIDADE	SEVERIDADE	RPN	RESOLUÇÃO
				(O)	(D)	(S)	O x D x S	
EFIS	Indicação digital de dados tais como de navegação, comunicação, combustível, temperatura, óleo e velocidade	Não funciona	Remoção	1	1	2	2	3
		Informação de Radar indisponível	Remoção	1	1	2	2	4
		Botão PRM desapertado	Reaperto do botão	3	1	1	3	1
		Informação diferente entre EFIS	Limpeza de contactos	1	3	2	6	3
		Informação de HSI incorrecta	Remoção	1	3	2	6	3
		Informação sobre combustível indisponível	Remoção	1	3	1	3	4
		Inoperativo em voo	Limpeza de contactos	1	1	2	2	3
		Lentidão no arranque do equipamento	Remoção	2	1	2	4	2
		Informação diferente entre equipamento e Magnetic Compass	Remoção	1	4	2	8	4
		TO/FROM flags inoperativas em EFIS	Limpeza de contactos	1	3	2	6	4
		Funcionamento em apenas um canal	Limpeza de contactos	1	3	2	6	3

(Continuação)

COMPONENTE		ANOMALIA DETECTADA	AÇÃO CORRECTIVA	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	DETECTABILIDADE	SEVERIDADE	RPN	RESOLUÇÃO
				(PO)	(D)	(S)	PO x D x S	
Interface Unit	Modulo de interacção entre a tripulação e a unidade EFIS	Inoperativo	Remoção	2	1	2	4	3
		TO/FROM flags inoperativas em IU	Remoção	1	3	2	6	3
		Perda de dados	Limpeza de contactos	2	2	2	8	3
		Master Caution intermitente	Limpeza de contactos	1	1	2	2	3
		Sem indicação no variometro	Limpeza de contactos	1	2	2	4	3
		VSI com variações	Remoção	1	2	2	4	3
		Glide Slope com variações	Remoção	1	2	2	4	3
		CS Drift com variações	Limpeza de contactos	2	2	2	8	3
Air Data Computer	Processamento de dados atmosféricos de modo a dados como temperatura do ar, velocidade e altitude	Informação de decréscimo de velocidade no EFIS	Limpeza de contactos	1	2	2	4	3
		VSI com diferença de valores	Remoção	1	3	2	6	3
		Alarme não se desliga	Remoção	2	1	2	4	3
		Inoperativo	Remoção	2	2	2	8	2
		ASI com diferença de valores	Remoção	1	3	2	6	3
		Subida do helicoptero sem ser comandado	Remoção	1	3	2	6	3
		Luz de alarme intermitente	Remoção	1	2	2	4	4
		ASI com diferença de valores entre EFIS	Limpeza de contactos	1	3	2	6	4

(Continuação)

COMPONENTE	FUNÇÃO	ANOMALIA DETECTADA	ACÇÃO CORRECTIVA	PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA	DETECTABILIDADE	SEVERIDADE	RPN	RESOLUÇÃO
				(PO)	(D)	(S)	PO x D x S	
RT-5000	Permite estabelecer comunicação com as diversas bases	Inoperativo	Remoção	1	2	2	4	3
		Ruído presente	Remoção	1	2	2	4	3
		Resposta intermitente	Limpeza de contactos	1	2	2	4	3
		Sem transmissão	Limpeza de contactos	1	2	2	4	3
C-5000	Recepção dos sinais de comunicação	Inoperativo	Remoção	1	2	2	4	3
		Sem recepção nem transmissão	Remoção	1	2	2	4	3
		Ruído presente	Remoção	1	2	2	4	3
LCD 14-0417	Indicação de combustível e dados de consumo	Sem informação	Remoção	2	1	1	2	1
		Sem informação de combustível total	Limpeza de contactos	2	2	1	4	3
		Inoperativo	Remoção	1	1	1	1	1
		Muito lento a ligar	Remoção	2	3	1	6	1
		Informação de combustível indisponível	Remoção	2	2	1	4	3
		Informação de combustível errada	Remoção	2	4	1	8	4
Fuel Pump	Transferir combustível dos depósitos para os motores	Inoperativa (# 3&4)	Remoção	2	2	2	8	4
		Inoperativa (# 1)	Remoção	2	2	2	8	4
		Inoperativa (# 2)	Remoção	2	2	2	8	4
		Fios de ligação danificados	Reparação	1	2	2	4	4
		Funcionamento intermitente (# 3&4)	Limpeza de contactos	1	1	2	2	4

## **ANEXO XII**

Acções correctivas a aplicar nas diversas situações estudadas

**Tabela 77 - Acções correctivas a aplicar nas diversas anomalias registadas**

COMPONENTE	ANOMALIA DETECTADA	TROUBLESHOOTING/ACÇÃO CORRECTIVA	CATEGORIA	PÁG	MANUAL CONSULTADO
EFIS	Não funciona	Substituição do EFIS	31-51-00	207/208	CEN-32-E - Electronic Flight Instrument System - Maintenance Manual - KNBW.461274,036-01 PE
	Informação de Radar indisponível	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
	Botão PRM desapertado	Reaperto do botão	31-51-00	205	
	Informação diferente entre EFIS	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
	Informação de HSI incorrecta	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
	Informação sobre combustível indisponível	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
	Inoperativo em voo	Substituição do EFIS	31-51-00	207/208	
	Lentidão no arranque do equipamento	Substituição do EFIS	31-51-00	207/208	
	Informação diferente entre equipamento e Magnetic Compass	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
	TO/FROM flags inoperativas em EFIS	Substituição do EFIS	31-51-00	101	
Funcionamento em apenas um canal	Substituição do EFIS	31-51-00	101		
Interface Unit	Inoperativo	Substituição do IU	31-51-00	207/208	
	TO/FROM flags inoperativas em IU	Substituição do IU	31-51-00	101	
	Perda de dados	Substituição do IU	31-51-00	101	
	Master Caution intermitente	Substituição do IU	31-51-00	101	
	Sem indicação no variometro	Substituição do IU	31-51-00	101	
	VSI com variações	Substituição do IU	31-51-00	101	
	Glide Slope com variações	Substituição do IU	31-51-00	101	
CS Drift com variações	Substituição do IU	31-51-00	101		
Air Data Computer	Informação de decréscimo de velocidade no EFIS	Substituição do ADC	34-15-01	105	BBC-226-E - Air Data Computer - Maintenance Manual - KNBW.408843,008-01 PE
	VSI com diferença de valores	Substituição do ADC	34-15-01	105	
	Alarme não se desliga	Substituição do ADC	34-15-01	210	
	Inoperativo	Substituição do ADC	34-15-01	101	
	ASI com diferença de valores	Substituição do ADC	34-15-01	105	
	Subida do helicoptero sem ser comandado	Substituição do ADC	34-15-01	105	
	Luz de alarme intermitente	Substituição do ADC	34-15-01	101	
ASI com diferença de valores entre EFIS	Substituição do ADC	34-15-01	105		

(Continuação)

COMPONENTE	ANOMALIA DETECTADA	TROUBLESHOOTING/ACÇÃO CORRECTIVA	CATEGORIA	PÁG	MANUAL CONSULTADO
RT-5000	Inoperativo	Substituição do RT-5000	Apenddix A	A-2	Wulfsberg C-5000 - Communication Management Controller - Manual Nº 150-1355-000 - Revision D - May 2005
	Ruído presente	Substituição do RT-5000	Apenddix A	A-2	
	Resposta intermitente	Substituição do RT-5000	Apenddix A	A-2	
	Sem transmissão	Substituição do RT-5000	Apenddix A	A-2	
C-5000	Inoperativo	Substituição do C-5000	Apenddix A	A-2	
	Sem recepção nem transmissão	Substituição do C-5000	Apenddix A	A-2	
	Ruído presente	Substituição do C-5000	Apenddix A	A-2	
LCD 14-0417	Sem informação	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	Ka-32A11BC - Maintenance Manual - Chapter 28 - Feb. 2007
	Sem informação de combustível total	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	
	Inoperativo	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	
	Muito lento a ligar	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	
	Informação de combustível indisponível	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	
	Informação de combustível errada	Substituição do LCD 14-0417	28-41-01	102	
Fuel Pump	Inoperativa (# 3&4)	Substituição do Fuel Pump	28-40-00	101	
	Inoperativa (# 1)	Substituição do Fuel Pump	28-22-00	101	
	Inoperativa (# 2)	Substituição do Fuel Pump	28-22-00	102	
	Fios de ligação danificados	Substituição do Fuel Pump	28-22-00	101	
	Funcionamento intermitente (# 3&4)	Substituição do Fuel Pump	28-40-00	101	