

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA

2007/2008



Trabalho Individual de Investigação

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

**FIABILIDADE NA MANUTENÇÃO
DOS SISTEMAS DE ARMAS**

Susana Marina da Conceição Pereira Abelho
CAP / ENGAER



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**FIABILIDADE NA MANUTENÇÃO
DOS SISTEMAS DE ARMAS**

CAP/ENGAER Susana Marina da Conceição Pereira Abelho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA 2007/2008

Lisboa 2008



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**FIABILIDADE NA MANUTENÇÃO
DOS SISTEMAS DE ARMAS**

CAP/ENGAER Susana Marina da Conceição Pereira Abelho

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA 2007/2008

Orientador: MAJ/ENGAER João Rui Ramos Nogueira

Lisboa 2008



Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, nomeadamente aos militares entrevistados:

- MGEN/ENGAER Manuel Chambel;
- COR/ENGAER Rui Gomes;
- TCOR/ENGAER Paulo Guerra.

Aos militares que responderam aos questionários: os Comandantes de Esquadra e os que integram a gestão de sistemas de armas na Direcção de Mecânica e Aeronáutica.

Ao COR/ENGAER Rui Gomes e ao TCOR/ENGAER Paulo Guerra dedico um especial agradecimento pela constante ajuda na elaboração do trabalho e pela revisão final do mesmo.

Ao orientador, o MAJ/ENGAER João Nogueira, pela disponibilidade e orientações dadas ao longo de toda a elaboração do trabalho.

À minha família, pela compreensão e ajuda demonstradas. Por fim, e recorrendo à expressão anglo-saxónica *the last but not the least*, não posso deixar de agradecer à minha mãe, cuja ajuda foi fundamental ao longo de todos estes meses.



Índice

Introdução.....	1
Corpo de Conceitos	3
1. Evolução da Análise de Fiabilidade	5
2. A Análise de Fiabilidade na Força Aérea.....	6
a. A Regulamentação em vigor.....	6
b. Os indicadores existentes.....	8
c. Análise de Fiabilidade no Presente.....	9
3. A Análise de Fiabilidade de outros Operadores, Civis e Militares	10
a. A Força Aérea Norte Americana	10
b. Os Operadores Civis.....	12
(1) O Caso da TAP, Portugal.....	13
4. Modelos de Análise de Fiabilidade	15
a. Considerações Prévias	15
b. As Hipóteses.....	16
c. Teste das Hipóteses.....	18
5. Descrição do Modelo a Propor	23
Conclusões.....	25
Bibliografia.....	29
Glossário.....	33
Anexo A – Estudo <i>United Airlines</i>	A-1 a A-2
Anexo B – Resultados alcançados com RCM.....	B-1
Anexo C – Indicadores	C-1 a C-3
Anexo D – Entrevista ao Subdirector da DMA.....	D-1 a D-2
Anexo E – Estudo Fiabilidade EH101.....	E-1
Anexo F – Programa de Controle de Fiabilidade TAP.....	F-1 a F-2
Anexo G – Questionário	G-1 a G-5
Anexo H- Resultados dos Questionários.....	H-1 a H-11
Anexo I - Entrevista ao Director da DMA	I-1
Anexo J – Programa de Análise de Fiabilidade.....	J-1 a J-2



Índice de Figuras

Fig. 1 – Hipótese 1.....	19
Fig. 2 – Hipótese 2.....	20
Fig. 3 – Hipótese 3.....	21
Fig. 4 – Hipótese 4.....	23
Figura A-1 – Relação entre Fiabilidade e Vida Útil de Componentes (United Airlines)..	A-2
Fig. H-1 – Indicadores Analisados (Gestão dos SA).....	C-10

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados de alguns países operadores de C-130.....	10
Tabela 2 – Conceitos e Dimensões do Estudo.....	16
Tabela B-1 – Política de Manutenção de Componentes – Evolução.....	B-1



Resumo

O objecto de estudo deste trabalho de investigação consiste na análise de fiabilidade, enquanto uma das ferramentas que contribuem para a optimização da gestão da manutenção dos Sistemas de Armas, o incremento da segurança da operação, o aumento da disponibilidade dos meios e a redução dos custos de manutenção.

O objectivo a atingir neste estudo reside na identificação de um modelo de análise de fiabilidade a implementar na exploração dos Sistemas de Armas.

O estudo inicia-se com uma breve descrição da evolução do conceito de fiabilidade. Em seguida é desenvolvida uma discussão em torno do que actualmente se faz na Força Aérea, do que a regulamentação aeronáutica civil emana e, por fim, de como outros operadores civis e militares apresentam os seus programas de análise de fiabilidade.

Identificado claramente o problema, são apresentadas e testadas as hipóteses que podem responder à pergunta inicial. O teste das hipóteses é realizado à luz das pesquisas realizadas, das entrevistas concedidas e dos resultados obtidos através de questionários. Desta análise resultou a validação de uma hipótese, que serve de ponto de partida ao modelo a propor.

Esta hipótese assenta na criação duma equipa especializada em análise de fiabilidade, responsável pela análise em todos os Sistemas de Armas, ao nível das Direcções Técnicas do CLAFA. Paralelamente, identificou-se a necessidade de elaboração de um documento regulamentar, que estabeleça a estrutura do programa de análise de fiabilidade, os intervenientes e respectivas responsabilidades.

A intervenção da gestão dos Sistemas de Armas e das Unidades Aéreas, no processo em causa, não foi esquecida. A sua colaboração técnica está contemplada em dois momentos chave da análise de fiabilidade: na definição inicial do programa e na implementação das acções correctivas.

A necessidade de existência de um programa de análise de fiabilidade, na Força Aérea, é defendida ao longo de todo o trabalho. Embora possam existir algumas dificuldades na sua implementação, acredita-se que o balanço final é positivo e essencial à segurança e optimização de recursos na exploração dos Sistemas de Armas.



Abstract

The study object of this research is the reliability analysis, as one of the tools that contribute to the Weapon Systems maintenance optimization, to upgrade the operational safety and to reduce the maintenance costs.

The goal in this study relies in the identification of a reliability analysis model to be used in the Weapon Systems activities.

Anticipated by a brief description of the reliability concept evolution, a discussion is made about what is done nowadays in the Portuguese Air Force, what the civil aeronautical regulations prescribes and how other operators, civil and military, have built their reliability programmes.

With the problem clearly identified, hypotheses are presented and discussed. The hypotheses test is made taking in account the research done, the interviews performed and the questionnaires results. The most adequate hypothesis is selected and constitutes the starting point of the proposed model.

This hypothesis is based on the establishment of a specialized reliability team, responsible for the analysis in all of the Weapon Systems, in one of the Technical Directorates of the Logistics Command. At the same time, it is necessary to produce a regulatory document that prescribes the reliability program structure, and identifies the participants and their responsibilities.

The Weapon Systems Management and the Flight Squadrons' contributions to the process were not forgotten. Their technical cooperation is present in two reliability analysis key points: the initial program definition and the corrective actions implementation.

The need for a reliability analysis program in the Portuguese Air Force is sustained during all this work. Although there may be some problems in the implementation, the author believes that the final balance is positive and essential to the safety and resources optimization in the Weapon Systems activities.



Palavras-chave

Acções Correctivas, Análise de Fiabilidade, Desvios da Manutenção, Fiabilidade, Indicadores de Fiabilidade, Manutenção, Manutenção Preventiva, Optimização, Programa de Manutenção, Regulamentação, Segurança, Sistema de Armas, Gestão da Manutenção.



Lista de abreviaturas

AMC – *Acceptable Means of Compliance*

BA – Base Aérea

CEMFA – Chefe do Estado Maior da Força Aérea

COFA – Comando Operacional da Força Aérea

CQ – Controlo de Qualidade

dDMA – Director da Direcção de Mecânica e Aeronáutica

DEP – Direcção de Engenharia e Programas

DMA – Direcção de Mecânica e Aeronáutica

EASA – *European Aviation Safety Agency*

EPAF – *European Participating Air Forces*

FA – Força Aérea

FAA – *Federal Aviation Administration*

FSFP – Fora de Serviço por Falta de Peças

GM – Grupo de Material

GO – Grupo Operacional

MP – Manutenção Preventiva

MRB – *Maintenance Review Board*

MSG – *Maintenance Steering Group*

NAVAIR – *US Navy's Naval Air Systems Command*

OTC – Ordens Técnicas de Cumprimento

PCF – Programa de Controlo de Fiabilidade

PMA – Programa de Manutenção de Aeronaves

PQM – Procedimento da Qualidade na Manutenção

RAMA – Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves

RCM – *Reliability Centered Maintenance*

REMAFA – Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea

SA – Sistema de Armas

SI – Sistema de Informação

SIAGFA – Sistema Integrado de Apoio à Gestão da Força Aérea

SQ – Secção da Qualidade

MTBF - Tempo Médio entre Remoções por Falha

MTBUR - Tempo Médio entre Remoções Não Planeadas



UA – Unidade Aérea

USAF – *United States Air Force*



Introdução

Desde o final da década de 60, que a análise de fiabilidade foi desenvolvida e conquistando uma importância cada vez maior na aeronáutica. O incremento que proporcionou na segurança, na redução dos custos associados à manutenção, na optimização dos seus programas e na disponibilidade dos meios, levou a que fosse considerada uma ferramenta indispensável na exploração (gestão, manutenção e operação) de meios aéreos.

A regulamentação aeronáutica civil, elaborada pela *European Aviation Safety Agency* (EASA), ou pela *Federal Aviation Administration* (FAA), obriga que as transportadoras, para a grande maioria das suas frotas, incluam programas de fiabilidade nos programas de manutenção. O objectivo é garantir a adequabilidade e correcta periodicidade das tarefas que constituem os programas de manutenção. No meio militar, a regulamentação aeronáutica civil não é de aplicação obrigatória, mas muitos dos seus princípios são seguidos e estão presentes na regulamentação equivalente.

Face ao facto da aviação civil há muito ter reconhecido a importância de possuir programas de fiabilidade, bem como os operadores militares de maior dimensão, reveste-se de toda a importância avaliar o que é feito na Força Aérea (FA) neste campo, as potencialidades que existem e que benefícios se poderiam obter ao estruturar um programa de análise de fiabilidade.

O objecto de estudo deste trabalho é a análise de fiabilidade na exploração dos Sistemas de Armas (SA). Na sua elaboração, a quantificação dos recursos necessários para implementar o modelo, assim como os eventuais custos envolvidos, não são considerados. Todavia, ao longo do estudo existirá a preocupação de não considerar propostas de modelos que se traduzam em incrementos de recursos e custos significativos. Não faz parte do âmbito deste trabalho arquitectar alterações aos Sistemas de Informação (SI), mesmo que seja identificada a necessidade de dados actualmente indisponíveis ou de produzir indicadores novos.

O objectivo desta investigação reside na definição de um modelo de análise de fiabilidade na exploração dos SA. Para tal, torna-se necessário:

- A definição dos indicadores de fiabilidade que possam sustentar a análise;



- Avaliar a forma como os resultados da análise podem ser utilizados para melhorar a manutenção e a gestão dos SA;
- Aproximar o modelo de análise a modelos existentes noutras Forças Armadas ou operadores civis;
- Identificar as particularidades inerentes à especificidade da missão de alguns SA e contemplá-las no modelo a propor.

A metodologia de suporte deste trabalho baseia-se no método de investigação em ciências sociais proposto por L.V. Campenhoudt e R. Quivy. A finalidade da investigação consiste em responder à seguinte pergunta de partida:

Qual o modelo mais adequado para a implementação da análise de fiabilidade na Exploração dos Sistemas de Armas da Força Aérea?

Como perguntas associadas consideram-se:

- **Que regulamentação servirá de suporte ao modelo a indicar?**
- **Qual a estrutura, quer ao nível do Comando Logístico e Administrativo da Força Aérea (CLAFA), quer ao nível das Bases Aéreas (BA), que melhor se adequa ao modelo a implementar?**

Inicia-se o trabalho com a identificação das principais etapas da evolução do conceito fiabilidade. Segue-se a pesquisa da literatura sobre fiabilidade, a realização de entrevistas exploratórias e a elaboração do ponto de situação da análise de fiabilidade na FA. Esta última, consiste na identificação da regulamentação em vigor, dos indicadores disponíveis nos SI e noutras fontes de informação, da realidade em alguns SA e dos parâmetros a considerar aquando a aquisição de um novo SA.

Complementarmente, analisam-se programas de fiabilidade de outros operadores, civis e militares. Aborda-se inicialmente o programa de fiabilidade da Força Aérea Norte Americana (USAF), enquadrado pelo *Management Manual* NAVAIR¹ 00-25-403 e pelas normas emanadas pela SAE², JA1011 e JA1012. No âmbito civil, analisa-se a

¹ US Navy's Naval Air Systems Command

² Society for Automotive Engineers (EUA).



regulamentação emanada pela EASA, relativa à estrutura dos programas de manutenção e de fiabilidade. Como exemplo de implementação desta regulamentação, será apresentado o programa de controlo de fiabilidade da TAP, Portugal.

O passo seguinte consiste na identificação dos conceitos e dimensões inerentes ao estudo, essenciais à elaboração das seguintes hipóteses:

Hipótese 1: A análise de fiabilidade é efectuada na Direcção de Mecânica e Aeronáutica (DMA), pela gestão técnica dos respectivos SA. Os resultados obtidos são comunicados às Unidades Aéreas (UA) e à respectiva gestão logística.

Hipótese 2: A análise de fiabilidade é efectuada na DMA, por uma equipa especializada em fiabilidade. Os resultados obtidos são comunicados às UA e à respectiva gestão logística e técnica dos SA.

Hipótese 3: A gestão técnica dos SA define a estrutura da análise de fiabilidade. As UA efectuem a análise e comunicam os resultados à gestão logística e técnica dos SA.

Hipótese 4: As UA definem a estrutura da análise de fiabilidade e efectuem a análise. Os resultados obtidos são comunicados à gestão logística e técnica dos SA.

Os resultados dos questionários elaborados, um dirigido aos gestores dos SA e outro aos Comandantes das UA, entre outras informações, permitem sustentar o teste a efectuar às hipóteses formuladas. Após o debate das hipóteses, que materializará a resposta à questão central, propõe-se o modelo de programa de fiabilidade.

Por fim, são tecidas as conclusões resultantes do trabalho efectuado, assim como as propostas consideradas pertinentes pela autora e os contributos que este trabalho proporciona à FA.

Corpo de Conceitos

Fiabilidade – Probabilidade de um dado equipamento funcionar sem falhas, em condições específicas e por um determinado intervalo de tempo.



Gestão Logística – Conjunto de actividades que visam garantir os recursos materiais e serviços, de reparação ou revisão geral de equipamentos, que são necessários para que as aeronaves possam realizar a missão que lhes foi atribuída.

Gestão Técnica – Actividades que garantem a adequada e segura realização da manutenção dos equipamentos. Entre elas encontram-se: a gestão de configuração dos equipamentos, o controlo da actualização das publicações técnicas, o controlo do cumprimento e actualização de ordens técnicas, a elaboração e actualização do programa e conceito de manutenção.

Manutenção – Função logística dirigida ao material, no sentido de o conservar em condições de utilização ou de o reparar, reconstituindo aquelas condições.

Operação – Utilização funcional dos equipamentos e sistemas dos SA, com a finalidade de cumprir a missão atribuída.



1. Evolução da Análise de Fiabilidade

Na década de 60, uma acesa discussão foi gerada em torno da fiabilidade dos meios aéreos. Discutia-se especialmente se as consequências das falhas dos componentes podiam ser evitadas. Como resultado desta discussão, surgiu a Manutenção Preventiva (MP), que, inicialmente, consistia sobretudo na revisão geral de componentes efectuada periodicamente. O custo da manutenção, em relação aos restantes custos de operação, aumentou significativamente.

A indústria da aviação comercial, como tinha uma quantidade elevada de componentes iguais ou semelhantes nas suas frotas, iniciou a recolha de dados sobre o seu historial. O estudo pretendia averiguar se os componentes apresentavam um comportamento caracterizado pela existência dum período inicial da vida útil do componente em que a probabilidade de ocorrência de falha é muito elevada e que rapidamente decresce para um valor constante. Esse valor mantém-se até que, na fase final da vida útil, a probabilidade de ocorrência de falha aumenta significativamente. O estudo revelou que 89% dos componentes estudados não apresentava este comportamento. No Anexo A encontra-se uma breve descrição da análise dos resultados obtidos no referido estudo.

O surgimento da *Reliability Centered Maintenance* (RCM)³ ocorreu quando a era dos aviões a jacto de grandes dimensões teve início. Para estas aeronaves, a MP preconizada pelo fabricante e aprovada pelas autoridades aeronáuticas era muito abrangente e exaustiva, baseada, periodicamente, em inspecções à aeronave e revisão geral de componentes. Este facto traduzia-se em elevados custos e prolongados períodos de imobilização das aeronaves, obrigando os operadores a desenvolver uma nova estratégia de MP⁴.

Uma nova abordagem foi criada, recorrendo à utilização de árvores de decisão para hierarquizar as tarefas de MP, necessárias à preservação das funções críticas do avião. Esta nova abordagem foi designada de *Maintenance Steering Group -1* (MSG-1).

A utilização de técnicas de diagramas de decisão em manutenção levou a que o MSG-1 fosse revisto e actualizado pelo MSG-2. O MSG-2 dava assim resposta às seguintes questões:

³ Termo anglo-saxónico para manutenção centrada na fiabilidade.

⁴ A evolução da MP apresentada é baseada nas seguintes referencias bibliográficas: Smith, 2004, Seidenman, 2004 e Conferência “Evolução dos Sistemas de Manutenção de aeronaves Cívicas e Militares”.



- Como ocorre a falha?
- Quais são as consequências?
- O que pode fazer a manutenção?
- Quais as tarefas de manutenção têm que obrigatoriamente se adoptar?
- Quais as tarefas de manutenção que desejavelmente devem ser adoptadas?

Os conceitos de RCM, presentes no MSG-2, continuaram a evoluir à medida que novos métodos estatísticos e equipamentos de monitorização de sistemas se desenvolviam. Em 1980, surgiu uma nova revisão do conceito MSG, o MSG-3, que visava a redução dos custos de manutenção e dos tempos de imobilização (cerca de 20%)⁵.

O MSG-3 separa as actividades de manutenção em resultados de segurança e económicos. Estas actividades são desenvolvidas ao nível dos sistemas e não dos componentes. No MSG-3 analisa-se se a falha funcional de um dado sistema afecta ou não a segurança operacional e se tem repercussões financeiras substanciais. Caso não haja lugar a repercussões operacionais ou financeiras, não há necessidade de realizar tarefas de manutenção periodicamente. Outra forma de olhar esta questão, é avaliar se os custos de manutenção excedem o custo da falha.

A aplicação dos conceitos MSG trouxe uma redução de custos de manutenção considerável: os componentes com potencial definido passaram de 58% para 9% e os componentes com condição monitorizada passaram de 2% para 51% (dados apresentados no Anexo B).

A par da evolução da análise de fiabilidade na aviação civil, a aviação militar também deu os seus primeiros passos nesta área. A FA não foi excepção, como se verá no capítulo seguinte.

2. A Análise de Fiabilidade na Força Aérea

a. A Regulamentação em vigor

O RFA 401-1 - Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea (REMAFA), promulgado a 31 de Março de 1981 e ainda em vigor, identifica a Secção de

⁵ De acordo com Richard Anderson, Director de Manutenção e Material do Grupo de Operações e Segurança da *Air Transport Association*, (Seidenman, 2004).



Análise de Produção como um dos Órgãos de Gestão do Comando do Grupo de Material (GM). Entre as responsabilidades desta secção, no âmbito da análise de fiabilidade, encontra-se a análise e identificação de tendências na *performance* do equipamento⁶, assim como na *performance* da manutenção.

De acordo com o REMAFA, no que diz respeito à *performance* do equipamento, quando se verifica falta de prontidão dos meios, deve-se elaborar uma análise mais aprofundada. Semestralmente, deve produzir-se um relatório com a seguinte informação, relativo a sistemas e componentes: os que apresentam um elevado consumo de homens/hora e as secções de trabalho onde foi despendido esse esforço, os que estão a causar desvios da manutenção⁷ e os que têm taxas de falência mais elevadas.

Quando os requisitos operacionais não são alcançados, deve-se dar resposta a diversas questões, entre as quais, se os desvios da manutenção foram uma das causas. Se assim for, importa avaliar se esta se deve a equipamentos que continuamente não atingem a *performance* programada, se a manutenção aplicada não é a adequada e que acções podem ser desenvolvidas para que a taxa de falências diminua.

Ainda no âmbito da fiabilidade, outro órgão identificado no REMAFA é o Controlo de Qualidade (CQ). Na dependência do Comandante do GM, as suas actividades principais passam pela avaliação, análise de deficiências e identificação das áreas que lhes dão origem. Dentro do CQ, contempla-se a existência de uma secção que trata apenas da análise de deficiências e avarias, o que inclui a avaliação dos relatórios mensais da Análise de Produção e dos relatórios de inspecção da qualidade, para detectar possíveis problemas, quer ao nível da gestão, quer ao nível da execução.

Embora o REMAFA ainda não tenha sido revogado, na prática a sua implementação ficou extremamente dificultada em consequência da substituição do RFA 305-1(A) - Regulamento da Organização das Bases Aéreas, em Fevereiro de 1999, pelo RFA 305-1(B). Este último estabelece que a organização das BA assenta em duas áreas funcionais: a operacional e a de apoio, não contemplando a existência do GM. Na dependência do Comandante do Grupo Operacional (GO) estão as UA, das quais depende a Manutenção. A Área de Planeamento e Controlo apoia o Oficial de Manutenção e deve, entre outras atribuições, detectar tendências significativas a partir da análise de dados e isolar e identificar áreas que necessitem de estudo ou investigação mais profundos.

⁶ No REMAFA designa-se por equipamento: aeronaves, equipamentos de apoio e outros equipamentos individualizados.

⁷ De acordo com o REMAFA, Desvio da Manutenção é um desvio de saída devido à manutenção.



O RFA 401-1(A) Vol. I Sistema de Gestão da Qualidade, promulgado em 2002, apresenta uma organização e responsabilidades atribuídas, distintas das que constam no RFA 305-1(B). Existem responsabilidades atribuídas ao nível dos Directores das Direcções Técnicas, dos Chefes das Repartições de Gestão dos SA e dos Chefes das Secções da Qualidade (SQ) das UA ou das Esquadras de Material.

Comparando os regulamentos, verifica-se que existem algumas diferenças, ao nível da organização e das competências atribuídas. O REMAFA apresenta mais detalhadamente estas últimas e os responsáveis envolvidos nesta área. No RFA 401-1(A) Vol. I identifica-se a análise de fiabilidade e de manutibilidade como um dos processos que suportam a função qualidade na manutenção. Contudo, apenas se indica o objectivo, o âmbito e como obter os dados e métricas, não se indica *o como, o quando e o por quem*. Por seu lado, o RFA 305-1(B) apresenta a organização das BA e faz poucas alusões às atribuições relativas à análise de fiabilidade.

b. Os indicadores existentes

Para além da regulamentação identificada no ponto anterior, existem outras fontes de informação na FA:

- Os SI: Sistema Integrado de Apoio à Gestão da Força Aérea (SIAGFA), Módulo de Manutenção de Aeronaves e PRODIND – Produção de Indicadores;
- O Relatório Anual de Actividades da FA, cujo modelo é apresentado em anexo à Informação N° 032012 de 04/12/07 da Divisão de Planeamento do EMFA.
- O Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves (RAMA), Directiva N° 01/06 de 06/03/06 do CLAFA.

No Anexo C encontram-se os indicadores presentes nas fontes de informação mencionadas. Verifica-se que a maioria dos indicadores de mão-de-obra e de manutenção são comuns entre as várias fontes⁸, à excepção do Relatório Anual de Actividades. Neste último, apresentam-se indicadores de gestão na área operacional, que relacionam alguns

⁸ O PRODIND tem indicadores semelhantes aos do SIAGFA, Módulo de Manutenção de Aeronaves porque este último veio substituir o SIGMA - MANUT, a partir do qual o PRODIND obtinha os dados. Actualmente, indicadores do histórico só se obtêm a partir do PRODIND (o primeiro SA transitou em Março de 2004 e o último em Julho de 2007).



rácios identificados nas outras fontes. Os indicadores obtidos representam a ligação estabelecida entre os objectivos, os meios empregues e os resultados alcançados.

c. Análise de Fiabilidade no Presente

Considerando o que foi exposto anteriormente, constata-se que as estruturas orgânicas apresentadas nos regulamentos são pouco articuladas entre si, o que leva a que não exista uma clara identificação dos elementos envolvidos e respectivas responsabilidades. No que diz respeito aos indicadores que se obtêm através dos SI, não está definido quem os analisa e que acções subsequentes podem ou devem ser desenvolvidas.

A metodologia usada para melhor conhecer a realidade da análise de fiabilidade na FA consistiu na realização de entrevistas exploratórias ao Subdirector e ao Chefe da 2ª Repartição da DMA (Anexo D).

De acordo com os entrevistados, em alguns SA existe informação suficiente para efectuar análise de fiabilidade, ao nível dos componentes, sistemas e motores. Essa análise é geralmente efectuada em parceria com os fabricantes e outros operadores, dada a falta de dimensão do universo de dados⁹. Contudo, nem todos os SA têm informação ou parceiros que lhes permitam realizar essa análise. Nos programas de aquisição de novos SA, geralmente solicitam-se os dados de fiabilidade intrínseca ou uma ferramenta informática, já com essa informação introduzida¹⁰.

O universo de dados disponíveis na FA é pequeno, dado o reduzido número de horas de voo por número de cauda. Atendendo à conjuntura actual, não é expectável que o número de horas de voo aumente.

Uma das formas de ultrapassar esta limitação é a inclusão de dados de períodos anteriores (exemplo: no cálculo da média semestral incluir dados de um período anual) ou a inclusão de dados provenientes de outro operador. No primeiro caso há que seleccionar

⁹ Na entrevista efectuada ao Subdirector da DMA foi referido o exemplo do SA F-16, em que o diálogo com a *Lockheed* e a Força Aérea Norte Americana (USAF) é diário, em que o principal resultado obtido são as actualizações aos programas de manutenção.

¹⁰ O processo de aquisição do SA EADS-CASA C-295, é disso exemplo, de acordo com o mencionado em entrevista pelo TCor Guerra.



cuidadosamente o período a que os dados se reportam, pois podem existir operações sazonais¹¹ que alterariam a análise.

No que diz respeito à partilha de dados com outros operadores, o analista tem que ter em conta que o outro operador pode ter condições de operação diferentes. No caso do SA C-130, existem países com os quais existe cooperação, em que se poderia incluir a partilha de dados, uma vez que, também eles, têm um universo de dados reduzido (exemplo: Áustria e Holanda). Contudo, o rácio horas de voo/ano/avião é diferente e os tipos de missão teriam que ser minuciosamente comparados.

Tabela 1 – Dados de alguns países operadores de C-130¹²

	Nº Aviões	HV Ano	HV/Ano/Avião
Portugal	6	1830	305
Áustria	3	738	246
Holanda	2	1300	650
França	14	8400	600

Os recursos humanos existentes na DMA não são em número suficiente para que, com a estrutura actual, se realize análise de fiabilidade em todos os SA¹³. Dada a reorganização em curso do CLAFa, de acordo com o despacho nº 69/07 do Gen. CEMFA, é oportuno equacionar a inclusão da análise de fiabilidade na futura organização.

Atendendo ao exposto, pode-se afirmar que a análise de fiabilidade na FA não está estruturada e que existe a necessidade dum programa. No entanto, têm existido esforços no sentido de realizar análise de fiabilidade, embora pontualmente, por exemplo, na actualização do conceito de manutenção de equipamentos. No Anexo E, encontra-se um exemplo de utilização pontual de análise de fiabilidade no SA EH-101. Face a esta realidade, importa visitar o que os outros operadores, civis e militares, fazem neste domínio.

3. A Análise de Fiabilidade de outros Operadores, Civis e Militares

a. A Força Aérea Norte Americana

¹¹ Para alguns operadores, existem diferentes operações em certas alturas do ano. Na selecção dos meses a incluir na análise, não se devem agrupar meses de diferentes “épocas de operação”.

¹² Fonte: Conferências de Portugal, Áustria, Holanda e França, no C130 - *European Maintenance Symposium*.

¹³ De acordo com o mencionado pelo Subdirector e o Chefe da 2ª Repartição da DMA em entrevista.



Face ao intercâmbio entre a FA e a USAF, no âmbito dos SA C-130 e F-16, tentou-se obter informação sobre os respectivos programas de análise de fiabilidade. No caso do SA C-130, o documento de referência na análise de fiabilidade é o *Management Manual* NAVAIR 00-25-403. Este documento é um guia na implementação e condução de um plano de RCM e está dividido em quatro partes: a gestão do programa de RCM, o processo de análise, a implementação do programa e a sustentação deste. No Apêndice A, Parte 1 do NAVAIR 00-25-403, encontra-se a estrutura de um plano de RCM.

Este manual partilha a mesma referência conceptual com as normas SAE JA1011 e JA1012, relativas ao processo de análise de fiabilidade. A JA1011 apresenta os critérios mínimos a que um processo deve obedecer para que possa ser considerado um programa de RCM. Assim sendo, o programa tem que dar resposta às seguintes questões:

1. Quais são as funções e respectivos níveis de *performance* desejados do componente no seu actual contexto operacional? (Funções)
2. De que forma o componente pode falhar no cumprimento das suas funções? (Falhas Funcionais)
3. Quais as causas de cada falha funcional? (Modos de Falha)
4. O que é que acontece quando a falha ocorre? (Efeitos da Falha)
5. De que forma a falha é importante? (Consequências da Falha)
6. O que se pode fazer para prever ou prevenir cada falha? (Tarefas Proactivas e Intervalos de Tarefas)
7. O que pode ser feito se uma tarefa proactiva adequada não for encontrada? (Acções de Fundo).

A resposta a estas questões obriga à obtenção de informação, assim como à tomada de decisões: gestão das falhas, alterações às tarefas de manutenção e à composição/organização do programa de fiabilidade.

A norma JA1012, embora não seja um guia para a definição dum programa de análise de fiabilidade, amplifica e esclarece os critérios contidos na norma JA1011.

No caso do SA F-16, a análise de fiabilidade é realizada pelos fabricantes, com a colaboração dos operadores, nomeadamente da USAF e dos países *European Participating Air Forces* (EPAF), que fornecem os dados, relativos ao motor ou à célula. Cada país paga anualmente uma quota para ter acesso aos resultados obtidos, o que se traduz na melhoria



da sua operação, em termos de segurança e fiabilidade. Nestes programas, as normas JA1011 e JA1012 são tidas como referência.

b. Os Operadores Civis

A EASA, através do Regulamento da Comissão EC Nº 2042/2003, estabeleceu a regulamentação sobre a aeronavegabilidade continuada de aeronaves e produtos aeronáuticos, componentes e acessórios e a aprovação de organizações e de pessoal envolvido nestas tarefas¹⁴.

Neste documento está definida a estrutura que os programas de manutenção devem apresentar (*Appendix I do Acceptable Means of Compliance (AMC) M.A.302 e AMC M.B. 301 (b)*), na qual se incluem os programas de fiabilidade. A estrutura dos programas de fiabilidade e o detalhe do seu conteúdo também são apresentados neste *Appendix I*, no parágrafo 6.5. Os programas de fiabilidade devem ser desenvolvidos se:

- O programa de manutenção é baseado numa lógica MSG-3 (*Maintenance Steering Group -3*);
- O programa de manutenção incluir componentes com condição monitorizada;
- O programa de manutenção não inclui períodos de revisão geral para todos os componentes de sistemas importantes¹⁵;
- O documento de planeamento de manutenção do Fabricante ou o *Maintenance Review Board (MRB)* o especificar.

Se o operador assim o entender, pode existir um programa de fiabilidade, mesmo que a tal não seja obrigado. Os programa de fiabilidade não necessitam de ser desenvolvidos quando:

- O programa de manutenção é baseado numa lógica MSG-1 ou 2, mas apenas contem componentes com condição monitorizada ou com potencial;
- As aeronaves são médias ou ligeiras¹⁶;

¹⁴ Regulamento aprovado e posto em vigor através da Decisão nº 2003/19/RM de 28 de Novembro de 2003 da EASA, publicada no *Official Publication of the Agency*.

¹⁵ Sistemas importantes, são aqueles cuja falha coloca em causa a segurança da aeronave.



- O programa de manutenção inclui períodos de revisão geral para todos os componentes de sistemas importantes.

Nos casos em que a frota é reduzida, ou seja, com menos de seis aeronaves, algumas considerações foram tecidas no EC N° 2042/2003. O programa de fiabilidade deve ser ajustado, tendo em conta a operação realizada. Desta forma, quando se estabelece o programa de fiabilidade para uma frota de pequena dimensão deve-se:

- Incidir em áreas que à partida têm dados suficientes para realizar a análise;
- Ter em conta a importância que a avaliação de engenharia tem no processo.

Outra medida preconizada é a partilha de dados com outro operador. Ao realizar-se esta partilha, tem que haver a garantia que a análise não é corrompida. Para tal, existe um conjunto de factores (de certificação, operacionais e de manutenção), que têm de ser obedecidos.

(1) O Caso da TAP, Portugal

No âmbito da manutenção da frota da TAP, a análise de fiabilidade, é efectuada pela TAP, *Maintenance & Engineering*. O Programa de Controlo da Fiabilidade (PCF) da TAP existe, não só para ir ao encontro da regulamentação aeronáutica, mas também para garantir a eficiência do programa de manutenção e conseqüente redução de custos, salvaguardando a segurança, e por ser essencial na implementação dum sistema de qualidade.

O PCF actua em cinco áreas: os componentes, os sistemas, os *reactores*, o despacho e a eficiência do programa de manutenção. No Anexo F encontram-se os indicadores relativos às cinco áreas do PCF.

Na análise de fiabilidade dos componentes, a média móvel do Índice de Remoções Prematuras a três meses, é comparada com o Índice de Alerta (IA)¹⁷ mensalmente. Quando o IA é excedido, inicia-se uma análise que visa repor o nível de fiabilidade esperado.

¹⁶ De acordo com a *International Civil Aviation Organization*, aeronaves ligeiras têm um peso máximo à descolagem inferior a 7000 Kg e as aeronaves médias têm um peso máximo à descolagem entre 7000 Kg e 136.000 Kg.

¹⁷ O IA é um valor fixo, que serve de padrão para os indicadores do PCF.



Dados como *Time Since Installation* (TSI) por Número de Série (S/N), queixas de voo ou atrasos, informação de outros operadores, entre outros, são considerados na análise. Em situações em que o nível de fiabilidade não pode ser repostado, o IA é ajustado.

No que diz respeito aos sistemas, a média móvel a três meses do Índice de Queixas de Voo é considerada o parâmetro de referência na sua análise de fiabilidade e é comparada mensalmente com o IA. A Média Móvel a doze meses deste índice dá indicação da evolução do número de queixas. O Índice de Atrasos dá indicação do impacto causado pelos atrasos ou cancelamentos na operação.

Seleccionados os sistemas a estudar, são promovidas reuniões, em que participam diversas áreas, a fim de analisar as causas da degradação dos índices de fiabilidade. Como resultado da análise são propostas medidas que visam repor os níveis de fiabilidade. Introdução de modificações, formação profissional, alterações de procedimentos operacionais e oficinais são exemplos desse tipo de medidas.

Quanto à fiabilidade dos *reactores*, é calculada mensalmente a média móvel a três e a doze meses do indicador *In Flight Shut Down Rate* (IFSDR). O IFSDR é comparado com o estipulado pelas autoridades aeronáuticas, sendo o valor de $IFSDR_{MAX}$ mais restritivo de 0,02¹⁸. A análise deste indicador, assim como de outros parâmetros, constitui o *Engine Condition Monitoring* (ECM), que entre outros produtos finais, pode fornecer dados no âmbito do PCF de componentes e/ou de sistemas.

A fiabilidade de despacho visa avaliar o impacto que os atrasos, por motivos técnicos, têm no total das descolagens. São calculadas médias móveis a três e a doze meses do Indicador de Fiabilidade de Despacho, que são comparadas com valores alvo, previamente definidos. Para além destes indicadores, há outros eventos reportados da operação que também são analisados, como descolagens canceladas, paragens de *reactores* em voo, danos por objectos estranhos, entre outros.

A eficiência do programa de manutenção é garantida através dum processo em que, após as tarefas de inspecção programada, que constam do Programa de Manutenção de Aeronaves (PMA), terem sido cumpridas, é elaborado um relatório com as anomalias detectadas. Essas anomalias são registadas numa base de dados e o tipo de discrepância verificada. Após a análise da criticidade das anomalias encontradas, e se necessário, avalia-se a necessidade de alterar a periodicidade de cumprimento da tarefa de inspecção, consequentemente altera-se o PMA, ou efectua-se a inspecção a toda a frota.

¹⁸ Valor para *Extended Range Twin Engine Operations* (ETOPS), indicado pela FAA AC120-42A.



Apresentado o que hoje existe, em termos de análise de fiabilidade, na FA e noutros operadores, assim como o que a regulamentação aeronáutica emana, segue-se para a exploração dos modelos de análise de fiabilidade, equacionáveis pela FA.

4. Modelos de Análise de Fiabilidade

a. Considerações Prévias

Ao analisar-se o disposto no Regulamento EC Nº 2042/2003, nomeadamente na descrição das situações em que não é obrigatória a existência de um programa de fiabilidade, pode-se questionar se os SA da FA necessitam ou não dum programa de análise de fiabilidade, considerando que:

- As aeronaves que equipam os SA são médias ou ligeiras;
- Os programas de manutenção incluem componentes com períodos de revisão geral definidos, sendo a percentagem deste tipo de componentes própria de cada SA.

No que diz respeito à lógica MSG em que se baseia o programa de manutenção, cada SA tem uma realidade diferente, podendo em alguns casos nem se ter conhecimento da lógica segunda qual foi elaborado.

Na opinião da autora, embora a realidade dos SA da FA se enquadre claramente nas situações mencionadas, a análise de fiabilidade poderá ser útil atendendo às seguintes considerações:

- A configuração das aeronaves conhecida pelo fabricante, nem sempre corresponde à que realmente existe. As modificações e o cumprimento de Ordens Técnicas são algumas das causas. As modificações introduzidas poderão não ser preconizadas pelo fabricante e o cumprimento de Ordens Técnicas, emanadas ou não pelo fabricante, não são comunicadas a este último. Nestes casos, o programa de manutenção não garante que todos os componentes estejam a ser alvo duma manutenção adequada.
- A análise de fiabilidade incide também na adequabilidade e eficiência das tarefas de manutenção. Em casos de tarefas de manutenção mal concebidas ou executadas, a análise de fiabilidade identifica-as e elabora acções correctivas (o caso apresentado no



Anexo E é disso exemplo). Estes processos podem traduzir-se, em alguns casos, em incrementos na segurança e em reduções significativas de custos.

- Os militares operam os seus meios num leque muito alargado de perfis de missão, o que altera a fiabilidade inicialmente estimada. Os fabricantes geralmente não têm conhecimento dos perfis de missão realizados e, conseqüentemente, das condições de carga a que os equipamentos estão sujeitos. Como tal, não podem corrigir os programas de manutenção atendendo a condições que desconhecem. O operador deve não só definir os perfis de missão que realiza, como avaliar o seu impacto na fiabilidade dos equipamentos e adaptar os respectivos programas de manutenção.

Para finalizar estas considerações prévias, há que relembrar as considerações presentes no Parágrafo 2.c, relativas à análise de fiabilidade em frotas de reduzida dimensão, dado ser o caso de alguns SA da FA: três F50, cinco P-3P, dois P-3C, três P-3C II/5 e dois C212-300.

b. As Hipóteses

A análise de fiabilidade é uma ferramenta transversal à Exploração dos SA, ou seja, à Gestão Logística, à Gestão Técnica, à Manutenção e à Operação. Para além destas últimas, existe um outro conceito a considerar nesta investigação: a fiabilidade. Associados aos conceitos, têm-se as dimensões, que os constituem, e os indicadores, que são manifestações objectivamente observáveis e mensuráveis das dimensões. Na tabela seguinte indicam-se os conceitos e as respectivas dimensões inerentes a este estudo.

Tabela 2 – Conceitos e Dimensões do Estudo

<u>Conceitos</u>	<u>Dimensões</u>
Fiabilidade	Intrínseca
	Extrínseca
Gestão Logística	Rotáveis
	Material Consumível
Gestão Técnica	Formação
	Conceito de Manutenção dos SA
Manutenção	<i>Performance</i>
Operação	Realização da Missão



Atendendo aos objectivos atrás mencionados, ao analisado nos capítulos anteriores e sabendo que a formulação duma hipótese consiste no relacionamento de conceitos entre si, as hipóteses a explorar são:

Hipótese 1:

A análise de fiabilidade é efectuada na DMA, pela gestão técnica dos respectivos SA. Os resultados obtidos são comunicados às UA e à respectiva gestão logística.

Hipótese 2:

A análise de fiabilidade é efectuada na DMA, por uma equipa especializada em fiabilidade. Os resultados obtidos são comunicados às UA e à respectiva gestão logística e técnica dos SA.

Hipótese 3:

A gestão técnica dos SA define a estrutura da análise de fiabilidade. As UA efectuem a análise e comunicam os resultados à gestão logística e técnica dos SA.

Hipótese 4:

As UA definem a estrutura da análise de fiabilidade e efectuem a análise. Os resultados obtidos são comunicados à gestão logística e técnica dos SA.

Nas hipóteses 1 e 2, as UA comunicam os desvios da manutenção e o indicador de performance do SA¹⁹ à gestão técnica ou à equipa especializada. Nas hipóteses 3 e 4, são as UA que realizam a análise, que engloba ambos os parâmetros.

¹⁹ Entende-se por Indicador de Performance do SA o rácio entre o planeado operacionalmente e o realizado. As UA, em função da missão atribuída, devem definir como calcular este indicador. Apresentam-se alguns exemplos: n° saídas realizadas / n° saídas programadas, Horas Voadas / Horas Programadas, Tempo Médio de Resposta do Alerta / Tempo de Resposta do Alerta Definido.



c. Teste das Hipóteses

Definidas as hipóteses, há que testá-las e confrontá-las com dados observáveis. Para tal, uma das técnicas utilizadas foi o questionário: um para os gestores dos SA e outro para os Comandantes das Unidades Aéreas (Anexo G).

No questionário dirigido aos gestores dos SA, a amostra consistiu em 22 elementos da DMA²⁰, uma vez que, de acordo com RFA 401-1(A) Vol. I, a competência de otimizar os processos de sustentação, através da análise de fiabilidade e manutibilidade dos SA pertence a esta Direcção.

No segundo questionário, dirigido aos Comandantes das UA, abrangeu-se toda a população, num total de 11 elementos. A sua selecção deve-se ao facto de serem os responsáveis pela manutenção e operações das UA, logo conhecedores de como a manutenção é influenciada pela operação e vice-versa.

Em ambos os casos, todos os militares questionados responderam. A análise dos resultados obtidos encontra-se no Anexo H.

Para completar a observação que permite testar as hipóteses, realizou-se uma entrevista ao Director da DMA (dDMA), Anexo I. O teste das hipóteses formuladas é feito à luz dos referidos conceitos.

²⁰ Os elementos que responderam a este questionário foram os actuais gestores e os militares que exerceram esta função há menos de um ano.

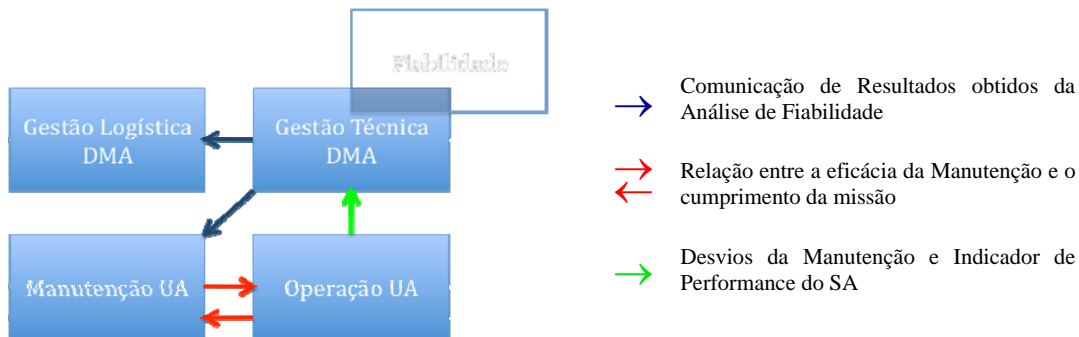
Hipótese 1:

Fig. 1 – Hipótese 1

No que diz respeito ao conceito fiabilidade, a informação cedida pelo fabricante ou o intercâmbio com outros operadores (indicadores das dimensões intrínseca e extrínseca, respectivamente) existem apenas em alguns SA. A formulação da hipótese não influencia este conceito, nem a forma como é relacionado com os restantes.

Nesta hipótese, a gestão técnica é considerada como executante da análise de fiabilidade. Está relacionada com os restantes conceitos: gestão logística, manutenção e operação, fornecendo-lhes *inputs*, resultantes da análise de fiabilidade que executa.

Os resultados dos questionários indicam que 64% dos inquiridos na DMA têm formação em fiabilidade, contra os 9% dos militares nas UA. Este facto corrobora a hipótese 1, uma vez que os analistas de fiabilidade têm que ter formação específica.

A necessidade de formação, por parte dos analistas de fiabilidade, está presente nos documentos que servem de suporte aos programas de fiabilidade atrás apresentados. Na norma JA1012, no Parágrafo 18.6, é indicado que os analistas devem ter formação em fiabilidade, no grau e no âmbito adequado às suas tarefas.

O documento EC N° 2042/2003, no parágrafo 6.3.1. do Appendix I do AMC M.A.302 e AMC M.B. 301 (b), indica que os analistas de fiabilidade devem ter experiência e formação adequada às tarefas que lhe são atribuídas. O manual NAVAIR 00-25-403, não só indica que deve haver formação, como preconiza três níveis de competência que devem existir numa equipa responsável por RCM.

Os documentos mencionados não indicam explicitamente se as equipas de análise de fiabilidade devem ser independentes da gestão dos SA. Mencionam que se trata duma actividade que reúne contributos multidisciplinares e, no caso do manual NAVAIR 00-25-

403, a estrutura que a equipa deve ter é apresentada (pág. A-29), embora não esclareça se é independente da gestão dos SA. Dos inquiridos na DMA, 45% consideram que a análise de fiabilidade deve ser efectuada pela gestão dos SA. O dDMA considera que a análise de fiabilidade deve ser realizada por uma equipa especializada, em estreita colaboração com a gestão técnica. Atendendo aos argumentos apresentados, considera-se que a hipótese 1 não é validada.

Hipótese 2:

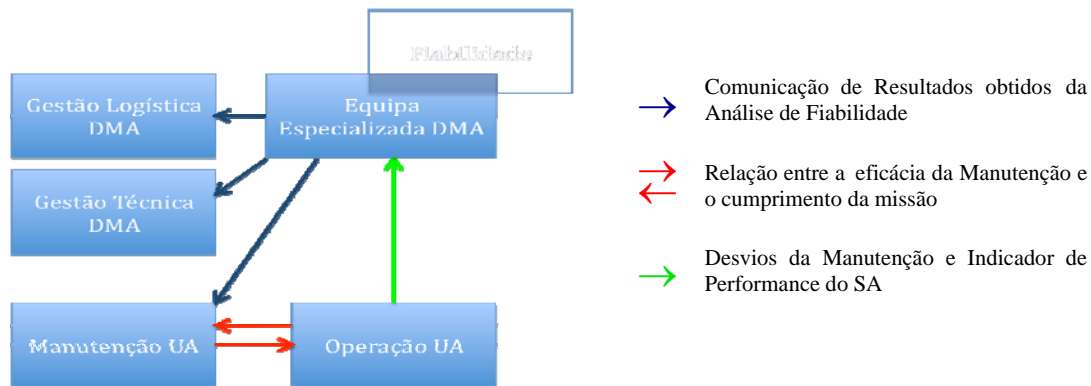


Fig. 2 – Hipótese 2

As ilações tecidas na hipótese 1, quanto ao conceito fiabilidade, são extensíveis à hipótese 2.

Nesta hipótese, a análise de fiabilidade é efectuada por uma equipa especializada. A existência da equipa em causa é sustentada pelo dado que 64% dos inquiridos na DMA ter formação em fiabilidade e, no mesmo universo, 55% considerarem que a análise de fiabilidade deve ser efectuada por uma equipa especializada. A relação com a gestão técnica, gestão logística, manutenção e operação consiste em fornecer-lhes *inputs*, resultantes da análise de fiabilidade. Atendendo ao proferido pelo dDMA, a análise de fiabilidade deve ser realizada por uma equipa especializada, o que sustenta esta hipótese.

A gestão técnica e a gestão logística recebem *inputs*, resultantes da análise de fiabilidade executada pela equipa especializada. Na gestão dos SA (técnica e logística), a fiabilidade foi considerada como uma ferramenta útil por 100% dos inquiridos na DMA. Os *inputs* obtidos da análise de fiabilidade são importantes na elaboração e actualização dos programas de manutenção, tarefa efectuada pela gestão técnica dos SA. Dos inquiridos da gestão dos SA, 91% considera que a fiabilidade é importante para a alteração dos



resultantes da análise. Relativamente a esta hipótese, considera-se que a divisão da responsabilidade pelo programa por dois actores contraria o preconizado nestes documentos. A possibilidade de parte das tarefas do programa ser efectuada pelas UA, pode ficar comprometido pelo facto de apenas 9%, dos que poderiam ser analistas, terem formação em fiabilidade; para a concretizar seria necessário investimento em formação alargado e extenso.

Face ao atrás exposto, verifica-se que a hipótese 3 não foi validada, por não existir um responsável por todo o programa, logo não pode ser considerada como resposta à pergunta de partida.

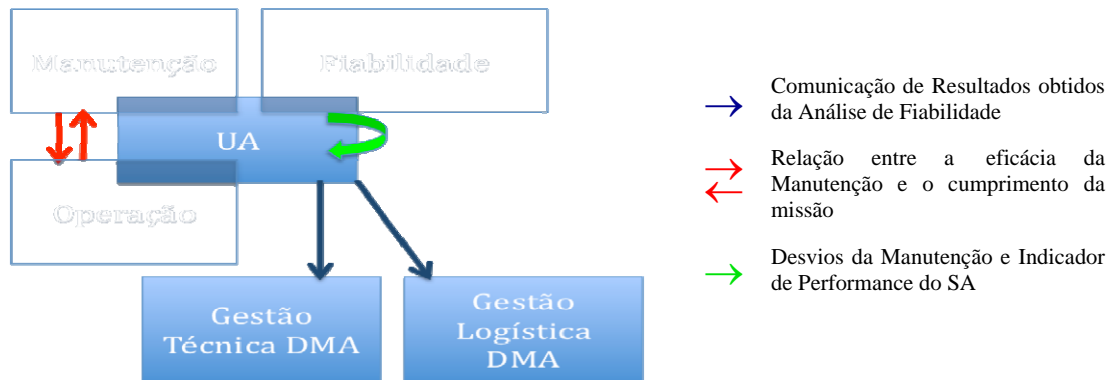
Hipótese 4:

Fig. 4 – Hipótese 4

No que diz respeito ao conceito fiabilidade, à semelhança do verificado nas hipóteses anteriores, a hipótese 4 não influencia o conceito.

Nesta hipótese todas as tarefas da análise de fiabilidade são efectuadas pela UA. Atendendo a que apenas 9%, dos possíveis responsáveis nas UA, têm formação em fiabilidade, o que contraria os requisitos identificados nos documentos mencionados no capítulo 2, e à clara identificação, por parte do dDMA, da equipa especializada como o responsável pelo programa, afirma-se que a hipótese 4 não foi validada.

Concluído o teste das hipóteses, identifica-se a **Hipótese 2:**

“A análise de fiabilidade é efectuada na DMA, por uma equipa especializada em fiabilidade. Os resultados obtidos são comunicados às UA e à respectiva gestão logística e técnica dos SA”

como a mais adequada para responder à pergunta de partida e serve de estrutura ao modelo a propor.

5. Descrição do Modelo a Propor



Seleccionada a hipótese 2, observados os programas de outros operadores e atendendo ao que a regulamentação aeronáutica civil preconiza, está-se em condições de definir uma proposta de modelo que servirá de suporte à análise de fiabilidade.

A equipa especializada em fiabilidade poderá existir na DMA ou na futura Direcção de Engenharia e Programas (DEP) do CLAFa. Só após a conclusão da reestruturação do CLAFa, é que se poderá identificar a Direcção a que a equipa poderá pertencer²². O documento que cria a equipa, deve contemplar a sua estrutura, composição e o requisito da formação técnica.

A equipa especializada é responsável pela análise de fiabilidade dos SA, com a colaboração da gestão técnica e das UA, ao longo do processo. Destacam-se duas fases nas quais a colaboração da gestão dos SA é essencial: na definição inicial do programa de fiabilidade e no estabelecimento das acções correctivas a desenvolver.

Com as UA, a colaboração incide na identificação do perfil de missão, na definição do indicador de *performance* do SA, se necessário, no fornecimento de informação relativa aos atrasos de missão e na implementação de acções correctivas. As SQ das UA seriam as responsáveis pelas tarefas a desenvolver nas UA, no âmbito da análise de fiabilidade, à excepção da identificação do perfil de missão e do indicador de *performance* do SA. Estas últimas seriam realizadas em conjunto com as Operações da UA.

Deve ser elaborado um documento que regule o processo de análise de fiabilidade, que revogue o mencionado sobre este processo nos regulamentos, que embora estejam em vigor, estão desactualizados, como discutido no subcapítulo 2.a. O documento em causa deve ser semelhante aos Procedimentos da Qualidade na Manutenção (PQM) emitidos pela DMA²².

A estrutura do programa de análise de fiabilidade, aplicável aos diversos sistemas de armas, deve conter a identificação do âmbito e os objectivos a que o programa de fiabilidade se propõe, assim como dos intervenientes no processo e respectivas responsabilidades, na apresentação dos dados relativos ao SA, na descrição das fontes de informação e do processo de análise propriamente dito. No Anexo J, apresenta-se o documento proposto, relativo ao programa de análise de fiabilidade.

A cada SA corresponde um programa de análise de fiabilidade individualizado. Previsivelmente, a informação disponível é bastante heterogénea entre os diversos SA, cabendo à equipa especialista uniformizar os vários programas, na medida do possível.

²² De acordo com o proferido pelo dDMA em entrevista.



Conclusões

A análise de fiabilidade é uma ferramenta que, há mais de quatro décadas, dá provas da sua utilidade na actividade aeronáutica, nomeadamente no aumento da segurança dos meios aéreos, em simultâneo com o aumento da sua disponibilidade, e na redução dos custos associados à manutenção.

Na Força Aérea, também foram dados alguns passos na análise de fiabilidade, tendo sido contemplado no REMAFA, em 1981, algumas tarefas e responsabilidades neste âmbito. Em 1999, com a extinção do GM nas BA, nem todas as competências inerentes à análise de fiabilidade foram asseguradas. Mais tarde em 2002, quando surgiu o Regulamento “Sistema de Gestão da Qualidade”, a análise de fiabilidade também foi abordada, numa forma distinta das anteriores e pouco detalhada. Concluiu-se que as competências e responsabilidades inerentes à análise de fiabilidade encontram-se dispersas e pouco articuladas entre si, não oferecendo o enquadramento necessário para a realização dum programa de análise de fiabilidade.

O mesmo não se verifica com outras organizações militares, como por exemplo a USAF, em que os programas de fiabilidade existentes são estruturados e devidamente regulamentados. O *Management Manual* NAVAIR 00-25-403 é um guia na implementação e condução de um plano de RCM. Nos casos em que a análise de fiabilidade é levada a cabo em parceria com o fabricante e/ou outros operadores, as normas SAE JA1011 e JA1012 são a regulamentação seguida como referência. Estas normas da indústria partilham da mesma referência conceptual que o NAVAIR 00-25-403. O plano de RCM deve dar resposta a questões como qual a função dos componentes, as suas falhas funcionais, respectivos modos de falha, efeitos e consequências da falha, que tarefas proactivas e intervalos se devem definir e que acções de fundo se devem adoptar.

Na aeronáutica civil, a regulamentação emanada pelas entidades reguladoras indica claramente em que circunstâncias o programa de análise de fiabilidade deve existir, como deve ser estruturado e em traços gerais, qual o seu conteúdo. Para conhecer melhor esta regulamentação, analisou-se o Regulamento EC Nº 2042/2003 da EASA, que para além do mencionado, indica algumas considerações para a análise de fiabilidade em SA de pequena dimensão. Estas considerações são úteis para a FA, uma vez que existem SA de pequena dimensão: três F50, cinco P-3P, dois P-3C, três P-3C II/5 e dois C212-300. Por fim, ainda no âmbito da aviação civil, analisou-se o Programa de Controlo da Fiabilidade da TAP,



Portugal, nas cinco áreas que o compõem: componentes, sistemas, *reactores*, fiabilidade de despacho e eficiência do programa de manutenção.

Após a recolha de informações relativas à análise de fiabilidade de outros operadores militares e civis, teceram-se algumas considerações prévias sobre a necessidade de existir ou não análise de fiabilidade na FA. Um dos aspectos que contribuiu para esta questão, à luz do Regulamento EC Nº 2042/2003 da EASA, é o facto do programa de análise de fiabilidade não ser obrigatório para frotas com aeronaves médias ou ligeiras, o que é o caso das aeronaves da FA.

Os programas de manutenção dos SA da FA incluem componentes com períodos de revisão geral definidos, o que, de acordo com a regulamentação da EASA e assumindo que todos os componentes de sistemas importantes se encontram nesta situação, é indicativo que a análise de fiabilidade não é obrigatória.

Concluiu-se que a análise de fiabilidade deve existir nos SA da FA porque o programa de manutenção nem sempre garante que todos os componentes estejam a ser alvo duma manutenção adequada e porque esta análise incide também na adequabilidade e eficiência das tarefas de manutenção. O exemplo apresentado da *Bleed Valve* do EH101 constitui uma evidência das vantagens da análise de fiabilidade, mesmo quando feita apenas como resposta a um problema isolado, sem enquadramento prévio.

Terminada a análise efectuada ao que existe na FA, no âmbito da fiabilidade, ao que a regulamentação aeronáutica emana e às práticas de outros operadores, apresentaram-se os conceitos e dimensões inerentes ao estudo. Estes últimos serviram de ponto de partida para a definição das hipóteses, que poderiam ser a resposta à pergunta de partida, assim como às questões associadas.

Com base nos resultados dos questionários realizados, na bibliografia consultada e nas entrevistas efectuadas, conduziu-se o teste das hipóteses, à luz dos conceitos identificados. Dos inquiridos na DMA, 64% tem formação em fiabilidade e 55% consideraram que a análise de fiabilidade deve ser efectuada por uma equipa especializada. Estes aspectos estão relacionados, porque, à partida, serão os militares que actualmente se encontram na DMA que poderão constituir uma equipa especializada.

De acordo com a regulamentação civil, os analistas de fiabilidade devem ter experiência e formação adequada às tarefas que lhes são atribuídas, embora não indiquem explicitamente se as equipas de análise de fiabilidade devem ser independentes da gestão dos SA. O dDMA considera que a existência duma equipa especializada é a melhor opção a considerar, face às sinergias que daí adviriam.



Face aos argumentos apresentados nos dois últimos parágrafos, a hipótese validada consiste na **criação duma equipa especializada em fiabilidade, responsável pela análise de fiabilidade em todos os SA**. Esta equipa está directamente relacionada com a gestão dos SA, seja no fornecimento de resultados obtidos ou na recepção de dados por partes dos gestores. O mesmo se verifica com as UA, seja com a manutenção ou com as operações. Para facilitar este relacionamento com as UA, é opinião da autora, que deve ser a SQ da UA a entidade interlocutora.

O modelo mais adequado a propor para a implementação da análise de fiabilidade na FA, pergunta de partida deste estudo, assenta na criação da equipa especializada e na sua interacção com os restantes actores da exploração dos SA.

No que diz respeito à regulamentação, foi visto que o que existe está disperso em vários documentos e é pouco articulado entre si. Um documento similar aos PQM da DMA, poderá constituir-se como a regulamentação que servirá de suporte a um programa de fiabilidade. A estrutura do programa propriamente dito, considerada como a mais adequada pela autora, fruto da pesquisa realizada, está apresentada no Anexo J a este texto.

Nas BA, no âmbito da análise de fiabilidade, não se altera a sua estrutura organizacional, apenas se incrementa as tarefas atribuídas às SQ das UA. As manutenções e as operações das UA também não sofrem alterações, apenas colaboraram nas actividades em que o seu *know-how* constitui uma mais-valia para a análise de fiabilidade.

A equipa especializada em fiabilidade deverá pertencer à DMA ou à futura DEP, o que só será esclarecido quando o processo de reestruturação do CLAFA estiver terminado. No contexto das ilações já elaboradas e atendendo a que a reestruturação ainda não permite identificar a que Direcção a equipa em causa irá pertencer, apresentam-se as seguintes propostas ao CLAFA:

- Criação de uma equipa especializada, responsável pela análise de fiabilidade para todos os SA;
- Elaboração do Regulamento, onde deve estar presente a definição da composição da equipa, a formação técnica que os seus elementos devem possuir, as relações que são estabelecidas entre esta e a gestão dos SA e as UA, assim como as competências e responsabilidades inerentes ao programa;
- Emissão do documento regulamentar relativo ao programa de análise de fiabilidade nos SA, proposto pela autora;



- Realização de acções de formação para os elementos das UA, assim como para os elementos da gestão dos SA.

Ao COFA / Bases Aéreas apresenta-se a seguinte proposta:

- Identificação dos perfis de missão e dos indicadores de performance dos respectivos SA, por parte das operações das UA;
- Criação de condições para que as SQ possam colaborar na análise de fiabilidade, nos moldes definidos, alterando a documentação regulamentar, no que diz respeito à composição, formação requerida e responsabilidades da SQ;
- Promover a formação dos elementos das SQ das UA, no âmbito da análise de fiabilidade.

O trabalho realizado permitiu retratar o ponto de situação actual da análise de fiabilidade na FA e identificar as suas vulnerabilidades, mas ao mesmo tempo, constatar que existe sensibilidade para a análise de fiabilidade e que conseqüentemente, há “terreno fértil” para a criação desta competência na FA. Foi apontado o estado final desejável nesta área de saber, as principais etapas a percorrer até lá, quem estaria envolvido e que responsabilidades atribuir para a sua execução.

Não poderão ser esquecidos os incrementos na segurança e a optimização dos programas de manutenção, proporcionados pela análise de fiabilidade. Em tempos que os orçamentos são preocupação generalizada, as reduções nos custos de manutenção, graças à optimização dos seus programas, garantindo sempre a segurança, são oportunidades a não perder e que tornam os programas de análise de fiabilidade essenciais.



Bibliografia

Livros

- Assis, Rui (1997). Manutenção Centrada na Fiabilidade. Lisboa: Lidel - edições técnicas, Lda.
- Campenhoudt, Luc Van, Quivy, Raymond (2005). Manual de Investigação em Ciências Sociais. Lisboa: Gradiva.
- De Florio, Filippo (2006). Airworthiness, An Introduction to Aircraft Certification. Oxford: Elsevier, Butterworth-Heinemann.
- Locks, Mitchell O. (1995). Reliability, Maintainability and Availability Assessment. Milwaukee: ASQC.
- Smith, Anthony M., Hinchcliff, Glenn (2004). Reliability – Centered Maintenance, Gateway to World Class Maintenance. Oxford: Elsevier, Butterworth-Heinemann.

Publicações Militares

- Apontamento da Divisão de Operações do EMFA, de 15 de Novembro de 2007, Indicadores de Referência para o Desempenho, Perspectiva Operacional
- Despacho do Gen. VCEMFA, de 10 de Dezembro de 2007, exarado na Informação N° 032012, Relatório Anual de Actividades - 2007
- Directiva N° 1/06 de 06/03/06 do CLAFA, Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves.
- Manual do utilizador do ProdInd (2003), Ed.1, Rev.1. Alfragide: CLAFA / DMA
- Metrics Handbook for Maintenance Leaders (2001). Air Force Logistics Management Agency.
- NAVAIR 00-25-403, 01 de Julho de 2005, Management Manual “Guidelines for the Naval Aviation Reliability – Centered Maintenance Process”, Naval Air Systems Command
- RFA 305-1(B) (1999). Regulamento da Organização das Bases Aéreas. Alfragide: FAP



- RFA 401-1 (1981). Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea (REMAFA). Alfragide: FAP
- RFA 401-1 (A) Volume I (2002). Sistema de Gestão da Qualidade. Alfragide: FAP



Publicações Cíveis

- EASA (2003). Commission Regulation (EC) No 2042/2003.
- Nowlan, F. Stanley, Heap, Howard F. (1978). Relatório “Reliability – Centered Maintenance”
- Lacey, L. Nick, Stein, Andy (2003). MBA Internet Aviation Oracle. Airline Maintenance Programs, A Challenge for the appraiser: Trends in the Airline Maintenance Practices will require appraisers to alter their methods.
- Lacey, L. Nick, Stein, Andy (2003). MBA Internet Aviation Oracle. Airline Maintenance Programs, A Challenge for the appraiser: Maintenance Programs and Aircraft Value.

Internet

(Consultados no período de 7 de Novembro de 2007 a 07 de Março de 2008)

- Galovic, Barijoc; Marusic, Zeljko; Pita, Omer (2007). Vilniaus Gedimino Technical University and Lithuanian Academy of Sciences. Research Journal Transport, Vol XXII, No 3, 147-177 Optimizing Maintenance Reliability Program For Small Fleets. Disponível na Internet em: <www.transport.vgtu.lt/tif_zur/2007-3marusic_galovic_pita.pdf>
- Harkins, Wilson (1994). NASA Engineering Network. Preventive Maintenance Strategies Using Reliability Centered Maintenance (RCM). Disponível na Internet em: <www.nasa.gov/offices/oce/lis/0891.html>
- Leverette, JC, Echeverry, Andres (2005). Anteon Corporation. An overview of the US Naval Air Systems Command's RCM Process. Disponível na Internet em: <www.reliabilityweb.com/art05/rcm_public_domain.htm>
- Seidenman, Paul (2004). Aviation Week. More Business Jets Moving to MSG-3. Disponível na Internet em: <www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=om&id=news/om604msg.xml>

Normas

- Advisory Circular AC No: 120-17A: 1978. Maintenance Control by Reliability Methods, FAA.



- Advisory Circular AC No: 121-22A: 1997. Maintenance Review Board Procedures, FAA.
- JA 1011: 1999. Evaluation Criteria for Reliability – Centered Maintenance (RCM) Processes, Warrendale: *Society for Automotive Engineers*.
- JA 1012: 2002. A Guide to the Reliability – Centered Maintenance (RCM) Standard, Warrendale: *Society for Automotive Engineers*.
- NP EN 13306: 2007. Terminologia da Manutenção, Lisboa: Instituto Português da Qualidade.

Entrevistas e Conferências

- Tópico de Conferência: Programa de Controle de Fiabilidade. Pelo Sr. Eng.º Sérgio Carvalho, na TAP, Maintenance & Engineering, Lisboa, 29 de Maio de 2007.
- Tópico de Conferência: C130 – European Maintenance Symposium, Bordéus, 18 de Abril de 2007
- Tópico de Conferência: Evolução dos Sistemas de Manutenção de Aeronaves Civis e Militares. Pelo Sr. Eng.º Jorge Sobral, Ordem dos Engenheiros
- Tópico de Entrevista: “Que Estrutura para a Análise de Fiabilidade na Força Aérea?”. Com o Sr. MGen Chambel, na DMA, em Alfragide, 13 de Março de 2008.
- Tópico de Entrevista: A Análise de Fiabilidade na Gestão dos Sistemas de Armas. Com o Sr. Cor Rui Gomes, na DMA, em Alfragide, 23 de Novembro de 2007;
- Tópico de Entrevista: A Análise de Fiabilidade na Gestão dos Sistemas de Armas. Com Sr. TCor Paulo Guerra, na 2ª Repartição da DMA, em Alfragide, 23 de Novembro de 2007.



Glossário

Avaria – Cessão da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida.

Bem Consumível – Bem ou material não específico de um bem e destinado a uma utilização única.

Ciclo de Vida – Intervalo de tempo que se inicia com a concepção e termina com a sua eliminação.

Controlo de Condição – Actividade executada manual ou automaticamente com o objectivo de observar o estado actual de um bem.

Falha – Estado de um bem inapto para cumprir uma função requerida, excluindo a inaptidão devido à manutenção preventiva ou outras acções programadas, ou devida à falta de recursos externos.

Inspecção – Controlo de conformidade realizado através de medições, observações, testes ou calibrações das características significativas de um bem.

Maintenance Review Board - Grupo composto pelos fabricantes da aeronave, motores, hélices e restantes, pelas transportadoras aéreas envolvidas e pelas autoridades aeronáuticas, que tem como tarefa definir ou rever os requisitos mínimos da manutenção programada de uma nova categoria ou categoria derivada de avião de transporte e motores.

Manutenção – Combinação de todas as acções técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.

Manutenção Preventiva – Manutenção efectuada a intervalos de tempo pré-determinados, ou de acordo com critérios prescritos, com a finalidade de



reduzir a probabilidade de avaria ou de degradação do funcionamento de um bem.

Manutenção Programada – Manutenção preventiva efectuada de acordo com um calendário pré-estabelecido ou de acordo com um número de unidades de utilização.

Manutibilidade – Aptidão de um bem, sob condições de utilização definidas, para ser mantido ou restaurado, de tal modo que possa cumprir uma função requerida, quando a manutenção é realizada em condições definidas, utilizando procedimentos e recursos prescritos.

Modificação – Conjunto de medidas de natureza técnica, administrativa e de gestão, com o objectivo de modificar a função de um bem.

Modo de Falha – Maneira pela qual é verificada a incapacidade de um bem para cumprir uma função requerida.

Plano de Manutenção – Conjunto estruturado de tarefas que compreendem as actividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção.

Reparável – Um bem que, depois de uma avaria e sob determinadas condições, pode ser repostado num estado em que poderá desempenhar a função requerida.

Revisão Geral – Conjunto completo de inspecção e de acções realizadas com o objectivo de manter o nível requerido de disponibilidade e de segurança de um bem.

Tempo de Funcionamento – Intervalo de tempo durante o qual um bem cumpre a função requerida.



Tempo Médio entre Avarias – Previsão matemática do tempo de calendário entre avarias.

As definições apresentadas neste glossário constam na Norma Portuguesa 13306, à excepção da definição de MRB.



Anexo A – Estudo *United Airlines*

O estudo realizado na indústria da aviação comercial, mais precisamente na *United Airlines*, visava encontrar uma forma de minimizar os custos associados à manutenção, ao mesmo tempo que a segurança era assegurada. A primeira questão colocada era se os componentes apresentavam, ao longo da sua vida útil, um comportamento de probabilidade de falha tipo “curva da banheira”. Este comportamento consistia na existência dum período inicial da sua vida útil em que a probabilidade de ocorrência de falha era muito elevada e rapidamente decrescia para um valor constante. Esse valor mantinha-se até que, na fase final da sua vida útil, a probabilidade de ocorrência de falha aumentada significativamente.

O estudo revelou que apenas 4% dos componentes apresentavam o comportamento característico do tipo “curva da banheira”, curva A. A curva designada por B apresenta uma probabilidade constante de ocorrência de falha, à excepção da fase final da sua vida útil em que esta aumenta significativamente. Na curva C, observa-se uma probabilidade crescente de ocorrência de falha ao longo da sua vida útil, sem que haja um período em que aumente significativamente. Este tipo de comportamento, que representa 11% da amostra, beneficiam da existência de um limite de potencial definido, embora para os componentes tipo C esta conclusão não seja totalmente extensível, dado que não existe uma fase da vida útil em que a probabilidade aumente significativamente.

Os componentes com comportamentos tipo D, E e F não apresentam um aumento da probabilidade de ocorrência de falha à medida que se aproximam do fim da sua vida útil. Este grupo, representa 89% da amostra de componentes estudados.

O facto da probabilidade de ocorrência de falha ser constante em grande parte da vida útil do componente, nos tipos D, E e F, à excepção dos componentes tipo D e F em que se verifica mortalidade infantil, significa que não se pode prever quando a falha vai ocorrer. Sabe-se apenas que o valor de tempo médio entre falhas é constante.



QuickTime™ and a
TIFF (Uncompressed) decompressor
are needed to see this picture.

(Fonte: Adaptado de Smith, 2004)

Figura A-1 – Relação entre Fiabilidade e Vida Útil de Componentes (United Airlines)



Anexo B – Resultados alcançados com RCM

Na figura seguinte, evidencia-se o impacto que os conceitos MSG tiveram na aviação comercial, ao nível das diferentes tarefas da MP:

Tabela B-1 – Política de Manutenção de Componentes – Evolução

Processo de Manutenção	Distribuição de Componentes		
	1964	1969	1987 (est.)
Unidades com potencial definido ²³	58%	31%	9%
Unidades On-Condition ²⁴	40%	37%	40%
Unidades com Condição Monitorizada ²⁵	2%	32%	51%

(Fonte: Adaptado de Smith, 2004)

Entre os períodos antes de 1964 e após 1987 verificou-se uma mudança significativa, no que diz respeito à redução de custos de revisão geral de componentes, adoptando o processo de manutenção de monitorização de condição.

Parte desta mudança também é devida a alterações no projecto das aeronaves, em que se passou a apostar na existência de redundância dupla ou tripla das funções essenciais. Esta redundância permitiu a aplicação mais vantajosa da RCM, estruturando a MP nas áreas mais críticas.

A partir dos dados apresentados observa-se que o processo de manutenção *On-Condition* se manteve constante ao longo do período em análise. A diferença mais evidente é a redução do processo de manutenção em que existe potencial definido (passou de 58% a 9% dos componentes) e o aumento do processo de manutenção de monitorização de condição (passou de 2% a 51% dos componentes).

²³ Unidades com potencial definido - processo de manutenção em que um componente tem que ser removido antes ou num pré-definido ponto de tempo.

²⁴ Unidades *On-Condition* - processo em que se realizam inspecções ou testes repetitivos para avaliar a condição do componente, com vista à sua contínua utilização. (A reparação do componente é ditada pela sua condição)

²⁵ Unidades com Condição Monitorizada - processo no qual os dados de toda a população de componentes em operação são analisados para avaliar a necessidade dum acção correctiva. Não se trata dum processo de MP, uma vez que se permite que a falha ocorra.



Anexo C – Indicadores

SIAGFA Módulo de Gestão de Manutenção

Indicadores de Mão de Obra	Indicadores de Manutenção
Mão de Obra por Tipo de Manutenção	Ensaios Não Destrutivos
Mão de Obra por Frota	Índice de Canibalização por CUT
Mão de Obra por Sector de Trabalho	Índice Canibalizações/Remoções
Mão de Obra por CUT	Avarias
Mão de Obra por CAT	Índice Avarias/Nº de Acções – Nº Cauda
Mão de Obra por CAV	Índice Avarias/Nº de Acções – Frota
Mão de Obra por CQD	TOP TEN Nº Acções/CAV
Mão de Obra por Tipo de Especialista (Execução)	TOP TEN Nº Acções/Sistema
Mão de Obra por Tipo de Especialista (Validação)	Código “3”
Mão de Obra por Inspeção de 1º Escalão	
Mão de Obra por Inspeção - Fase Básica	
Mão de Obra por Inspeção - Fase Adicional	
Mão de Obra por Inspeção – Fase Oriunda	
Mão de Obra por Inspeção Especial	
Mão de Obra por Executante	
TOP TEN MO/Sistemas	
TOP TEN MO/CAV	

ProdInd

Indicadores de Mão de Obra	Indicadores de Manutenção
Análise de Mão de Obra Real	Ensaios Não Destrutivos
Mão de Obra por CAT	Índice de Canibalização por CUT
Mão de Obra por CUT	Índice de Canibalização por Nº de Cauda
Mão de Obra por Frota	Mão de Obra por tipo de Manutenção / Valor
Mão de Obra por Hora de Voo / Sector de Trabalho	Nº de Remoções por avaria
Mão de Obra por Impedimento	Top Ten Avaria / Nº de Acções
Mão de Obra por Inspeção Especial	Top Ten Avaria / Mão de Obra
Mão de Obra por Inspeção - Fase Adicional	Top Ten Sistema / Mão de Obra
Mão de Obra por Inspeção - Fase Básica	Top Ten Sistema / Nº de Acções
Mão de Obra por Inspeção – Fase Oriunda	
Mão de Obra por Tipo de Especialista	
Mão de Obra por Inspeção de 1º Escalão	
Mão de Obra por Nº Cauda	



Relatório de Actividades

No Relatório de Actividades são apurados Indicadores de Gestão na Área Financeira e na Área Operacional. Nesta última, podem-se identificar os seguintes indicadores:

- Indicadores de Gestão Estratégica quanto à **Pertinência** (os meios escolhidos foram os adequados?);
- Indicadores Operacionais quanto à **Eficácia** (os resultados satisfazem os objectivos?);
- Indicadores Económicos quanto à **Eficiência** (comparação dos resultados obtidos face aos meios consumidos).

Indicador de Gestão Estratégico - **Pertinência**

$$\frac{HV_{planeadas}}{HV_{potenciais}} \times \frac{Tripul.colocadas}{MóduloTripul.} \times \frac{Aeron.disponív.}{Aeron.distrib.} \times \left(1 - \frac{Miss.canceladas}{TotalAirTasks}\right)$$

Indicador Operacional – **Eficácia**

$$\frac{HVrealizadas}{HVplaneadas} \times \frac{Tripul.qualificadas}{Tripul.colocadas} \times \frac{Aeron.prontas}{Aeron.disponíveis} \times \left(1 - \frac{Miss.canceladas}{TotalAirTasks}\right)$$

Indicador Económico – **Eficiência**

$$\frac{HVrealizadas}{HVpotenciais} \times \frac{Tripul.qualificadas}{MóduloTripul.} \times \frac{Aeron.Prontas}{Aeron.Distrib.} \times \left(1 - \frac{Miss.canceladas}{TotalAirTasks}\right)$$

HV planeadas – as horas de voo planeadas devem depender da disponibilidade dos meios aéreos (Aeronaves Disponíveis) que representa 80% da Aeronaves Distribuídas.

HV potenciais – quantidade de horas de voo que, em circunstâncias optimizadas de exploração (logística, operacional e humana) é possível realizar pela Aeronaves Distribuídas.

Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves

O RAMA, cuja elaboração cabe à SQ das UA, apresenta indicadores operacionais e de manutenção, tal como apresentado nas seguintes tabelas:



Indicadores Operacionais	
Situação Administrativa das Aeronaves	
Situação Operacional de Aeronaves	Situações Operacionais de Aeronaves Disponíveis e Indisponíveis
Taxa de Aproveitamento Operacional	
Taxa de Utilização de Aeronaves	HV utilizadas por N° de Aeronaves Atribuídas, N° de Aeronaves Disponíveis e N° Aeronaves Prontas
Horas de Voo e Regime de Voo	HV realizadas e Regime de Esforço aprovado

Indicadores de Manutenção	
N° de Acções de Manutenção	Obras Primárias, Associadas e Reservadas. Acções de Manutenção de Impedimento não contabilizadas
Código “3”	Número de Anomalias caracterizadas na caderneta do avião (Mod. 2M) e que implicaram a imobilização da aeronave
Satisfação de Requisições de Aeronaves em Situação de Fora de Serviço por Falta de Peças	N° Médio de Dias, por Frota/Esquadra
Total de Avarias	
Avarias Típicas por Sistema	
Avarias Típicas por Código de Unidade de Trabalho (CUT)	
Avarias Típicas por Código de Avaria	
Avarias / HV	
Índice de Canibalizações / Remoções	
Canibalizações por CUT	
Ensaio Não Destrutivo	Métodos e Processos de END realizados e a mão-de-obra associada.
Equilibragem Dinâmica de Hélices	
Controlo Vibratório de Órgãos	
Análise de Óleo para FAP	N° de Análises de Óleo efectuadas pelo Laboratório de Análises de Óleo da FAP e respectivos indicadores de códigos de recomendação e de razão de recolha
Análise de Óleo para Entidades Externas	N° de Análises de Óleo efectuadas pelo Laboratório de Análises SOAP da FAP para entidades externas
Análises efectuadas em Entidades Externas	N° de Análises de Fluidos Hidráulicos, de Filtros e Ferrografias efectuadas em Laboratórios externos à FAP
Lavagens	N° Total de Lavagens de aeronaves e de Componentes
N° de Inspeções Programadas	
Análise das Inspeções Programadas	Análise dos diversos Tipos de Inspeções Periódicas Programadas efectuadas: a Mão-de-Obra (MO) utilizada nas Fases Básica, Oriunda e Adicional e respectivos tempos de imobilização da aeronave.
Total de Mão-de-Obra	Totais de MO referentes à MO Disponível (MOD) utilizada e não utilizada, MOD



	Normal e extraordinária, MOD Qualificada e Não Qualificada, MO Indirecta utilizada
MOD por Tipo de Manutenção	MOD por Código Tipo de Manutenção
MOD por HV	
MOD / Homem/ Mês	
MOD por N° de Avarias	
MO Total por Tipo de Especialista	
Carga de Trabalho por Sector Funcional	



Anexo D – Entrevista ao Subdirector da DMA

1. Considera que é possível implementar, na gestão da manutenção dos diversos sistemas de armas da Força Aérea, um programa de fiabilidade?
2. Na sua perspectiva, como deve ser implementado um programa de fiabilidade, ao nível da gestão da manutenção dos diversos sistemas de armas, quais os participantes envolvidos e a metodologia adequada para tal?
3. Nesse cenário, qual a ligação que um programa de fiabilidade deve ter com os respectivos programas de manutenção?
4. Considera que a estrutura do programa de fiabilidade deve ser semelhante em todos os sistemas de armas ou diferenciados?
5. Acha que a nova estrutura do CLAFA, ao nível da gestão dos diversos sistemas, é adequada para a implementação de um programa de fiabilidade?
6. Considera que um programa de fiabilidade iria otimizar, de alguma forma, o aprovisionamento logístico?
7. À semelhança do que se passa na aviação civil, considera que seria útil a existência da fiabilidade técnica de despacho na Força Aérea?



Anexo D - Entrevista ao Chefe da 2ª Rep. da DMA

1. Considera que é possível implementar, na gestão da manutenção dos diversos sistemas de armas da Força Aérea, um programa de fiabilidade?
2. Na sua perspectiva, como deve ser implementado um programa de fiabilidade, ao nível da gestão da manutenção dos diversos sistemas de armas, quais os participantes envolvidos e a metodologia adequada para tal?
3. Nesse cenário, qual a ligação que um programa de fiabilidade deve ter com os respectivos programas de manutenção?
4. Considera que a estrutura do programa de fiabilidade deve ser semelhante em todos os sistemas de armas ou diferenciados?
5. Nos sistemas de armas que irão brevemente ser operados pela Força Aérea, já existe algum programa de fiabilidade considerado ou serão apenas fornecidos dados de fiabilidade intrínseca, para que posteriormente seja desenvolvido um programa de fiabilidade?
6. Considera que, com os recursos que actualmente tem a seu dispor, seria possível implementar um programa de fiabilidade nos diversos sistemas de armas da responsabilidade da 2ª Repartição da DMA?
7. Considera que um programa de fiabilidade iria otimizar, de alguma forma, o aprovisionamento logístico?
8. À semelhança do que se passa na aviação civil, considera que seria útil a existência da fiabilidade técnica de despacho na Força Aérea?



Anexo E – Estudo Fiabilidade EH101

Este exemplo diz respeito a um estudo realizado na 3ª Repartição da DMA, relativo às *Bleed Valves* da aeronave EH101, no qual se identificou a causa da elevada frequência de avarias e preconizou-se acções correctivas.

Factos:

- Elevada frequência de avarias das *Bleed Valve* instaladas no motores e no *Auxiliary Power Unit*;
- Após análise dos dados, identificou-se uma incidência mais elevada de avarias nas *bleed valves* dos motores das posições 1 e 3;
- Causa aparente: corrosão.

Como a incidência de avarias era superior nas posições 1 e 3, suspeitou-se que o procedimento de lavagem dos motores estivesse incorrecto.

Acções:

- Informou-se o fabricante da elevada incidência das avarias e enviou-se o procedimento de lavagem dos motores para verificação;
- Pedido de cotação para investigação de falha nas unidades avariadas.

Resposta do fabricante:

- Procedimento de lavagem dos motores rectificado;
- Fornecimento do manual da *Bleed Valve*;
- Envio de cotação de investigação para as unidades avariadas.

Acções Resultantes:

- Implementação do procedimento de lavagem dos motores rectificado;
- Criação de capacidade de intervenção para as *Bleed Valve* localmente;
- Monitorização das avarias deste componente, com o objectivo de avaliar o impacto das acções resultantes adoptadas e identificar algum possível erro de projecto.



Anexo F – Programa de Controle de Fiabilidade TAP

Os dados que alimentam a análise do PCF são obtidos a partir de: recolha de dados estatísticos (nº de horas voadas, nº de descolagens, nº de horas de funcionamento dos *reactores*, etc.), *Maintenance Daily Report*, Caderneta Técnica, Caderneta de Cabine, Mapa de Montagem e Desmontagem de Motores e Relatórios de Componentes Removidos

1. Na análise de fiabilidade dos componentes são considerados três indicadores:

$$\text{Índice de Remoções Prematuras: } IRP = \frac{RP}{Q_{AC} \times HV} \times 1000$$

$$\text{Tempo Médio entre Remoções por Falha: } MTBF = \frac{Q_{AC} \times HV}{RJ}$$

$$\text{Tempo Médio entre Remoções Não Planeadas: } MTBUR = \frac{Q_{AC} \times HV}{RP}$$

em que:

RP – Nº Remoções Prematuras do Componente / Equipamento no período considerado²⁶;

Q_{AC} - Nº de Unidades por Avião;

HV – Horas de Voo;

RJ – Nº de Remoções Prematuras Justificadas do Componente / Equipamento no período considerado²⁷.

2. No que diz respeito aos sistemas, a análise de fiabilidade contempla o cálculo, em médias móveis a três e doze meses, dos seguintes indicadores:

$$\text{Índice de Queixas de Voo: } IQV = \frac{QV}{HV} \times 1000$$

$$\text{Índice de Atrasos: } DR = \frac{ND}{TO} \times 100$$

em que:

QV – Nº de Queixas de Voo relativas ao sistema no período considerado;

²⁶ O componente foi removido, contudo não foi evidenciada a sua falha. Nestes casos, a falha apresentada é do sistema a que o componente pertence e a sua remoção não se deve à sua falha individual.

²⁷ Foi detectada falha no componente removido.



ND – N° de Atrasos relativos ao sistema no período considerado;

TO – Descolagens da Frota no período considerado.

3. Quanto à fiabilidade dos *reactores*, é calculada a média móvel a três e a doze meses do indicador:

$$\textit{In Flight Shut Down Rate: IFSDR} = \frac{IFSD}{HO} \times 1000$$

em que:

IFSD – N° de Cortes de *Reactor* em Voo, no período de tempo considerado

HO – N° de Horas de Operação do *Reactor*, no período de tempo considerado.

4. A fiabilidade de despacho visa avaliar o impacto que os atrasos, por motivos técnicos, têm no total das descolagens:

$$\textit{Indicador de Fiabilidade de Despacho:} \frac{N^{\circ} \textit{ de } _ \textit{Descolagens } _ \textit{s/} \textit{atrasos}}{N^{\circ} \textit{ de } _ \textit{Descolagens } _ \textit{Comerciais}} 28$$

²⁸ É considerado atraso quando a descolagem ocorre num tempo superior a 15 minutos relativamente à *Estimated Time of Departure* (ETD).



Anexo G – Questionário

GESTÃO DO SISTEMA DE ARMAS

- a. Na sua formação académica e profissional obteve conhecimentos sobre fiabilidade?
 Sim Não
- b. Considera que a análise de fiabilidade é uma ferramenta útil para a gestão dos Sistemas de Armas?
 Sim Não
- c. Se sim, em que vertente? (Podem ser seleccionadas várias opções)
 Alteração dos Programas de Manutenção
 Alteração dos Planeamentos de Aquisição de Material
 Alteração dos Planeamentos de rotáveis
 Outra _____
- d. Considera útil a existência de um documento que, para cada Sistema de Armas, contenha o conceito de manutenção da aeronave, seus sistemas, componentes e armamento?
 Sim Não
- e. Caso considere que sim, acha que os resultados obtidos a partir de um programa de análise de fiabilidade poderiam ser uma das fontes de actualização do conceito de manutenção, e, conseqüentemente, desse documento?
 Sim Não
- f. No Sistema de Armas em que trabalha, efectua-se análise de fiabilidade?
 Sim (passe à questão h) Não
- g. Acha que com as condições actuais, quer em termos de pessoal disponível, quer em termos da formação em fiabilidade deste último, seria possível implementar um programa de análise de fiabilidade no Sistema de Armas em que trabalha?
 Sim Não



Passa à questão k.

h. Se sim, a análise de fiabilidade é efectuada ao nível dos: (Podem ser seleccionadas várias opções)

- Componentes
- Sistemas
- Motores
- Desvios de Manutenção
- Componentes e Sistemas
- Todos

i. A análise de fiabilidade é realizada numa forma:

- Pontual
- Sistemática

j. Os resultados obtidos foram úteis para: (Podem ser seleccionadas várias opções)

- Alteração dos Programas de Manutenção
- Alteração dos Planeamentos de Aquisição de Material
- Alteração dos Planeamentos de rotáveis
- Outra _____

k. Na sua opinião, a análise de fiabilidade deveria ser realizada ao nível da gestão dos Sistemas de Armas, ou de uma equipa especialista que faça essa análise para os diversos Sistemas de Armas?

- Gestão dos Sistemas de Armas
- Equipa Especialista

l. No Sistemas de Armas em que trabalha, tem informação disponível sobre fiabilidade intrínseca dos equipamentos por parte dos fabricantes?

- Sim
- Não

m. Tem algum tipo de partilha de informação com outros operadores do mesmo Sistema de Armas?

- Sim
- Não



- n. Se sim, dados sobre fiabilidade estão incluídos nessa partilha?
 Sim Não
- o. Considera que a DMA deve ser a entidade responsável pelo programa de análise de fiabilidade?
 Sim Não
- p. Considera que a análise de fiabilidade deve ser totalmente realizada na DMA, à excepção da recolha de dados, pois estes seriam obtidos através dos Sistemas de Informação?
 Sim Não
- q. Se respondeu não, assinale as etapas que acha que deverão ser exclusivas da DMA:
 Estruturação do programa; em especial a definição dos indicadores
 Obtenção dos indicadores e respectiva análise
- r. No Sistema de Armas em que trabalha, existe definida a *Minimum Equipment List (MEL)*?
 Sim Não
- s. Que importância atribui à existência da MEL, como ponto de partida para a obtenção de dados relativos aos desvios de manutenção?

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---



Anexo G – Questionários

COMANDO DAS UNIDADES AÉREAS

De acordo com o Regulamento de Manutenção de Aeronaves da Força Aérea (REMAFA), o indicador de performance de um dado equipamento* dá informação como este último cumpriu ou não o planeamento inicial.

- a. Existe actualmente algum indicador de performance definido para o Sistema de Armas operado pela Esquadra?

Sim Não

- b. Se não, que indicador de performance escolheria para o Sistema de Armas existente na Esquadra que comanda?

$\frac{\text{n}^\circ \text{ de saídas realizadas}}{\text{n}^\circ \text{ de saídas programadas}}$

$\frac{\text{Horas voadas}}{\text{Horas programadas}}$

$\frac{\text{Tempo Médio de Resposta do Alerta}}{\text{Tempo de Resposta do Alerta Definido}}$

Outro _____

- c. É conhecida a percentagem do total dos cancelamentos ou atrasos de missão, face ao planeado, que se deve à falta de prontidão dos meios (designados por desvios da manutenção)?

Sim Não

- d. Considera esta última informação e a existência de um indicador de performance como relevante?

Sim Não

* No REMAFA, por equipamento designam-se aeronaves, equipamentos de apoio e outros quaisquer equipamentos individualizados.



- e. Recebe pontos de situação periódicos em relação à performance dos equipamentos?
 Sim Não
- f. Se sim, com que periodicidade?
 Mensal Semestral Outra _____
 Trimestral Anual
- g. As acções de manutenção são planeadas em consonância com o planeamento operacional. Após a sua execução, verifica-se se existem desvios e, se sim, as respectivas causas?
 Sim Não
- h. No Sistema de Armas que a Esquadra opera, existe definida a *Minimum Equipment List (MEL)*?
 Sim Não
- i. Considera que a existência da MEL é importante?
 Não
 Sim, em que medida? _____
- j. Se a Unidade Aérea que chefia tivesse que efectuar análise de fiabilidade, quem seria o responsável?
 Oficial de Manutenção
 Chefe da Secção da Qualidade da Unidade Aérea
 Outro _____
- k. O responsável atrás identificado, tem formação em fiabilidade?
 Sim Não



Anexo H- Resultados dos Questionários

GESTÃO DE SISTEMAS DE ARMAS

1. Na sua formação académica ou profissional obteve conhecimentos sobre fiabilidade?

#	Answer	Response	%
1	Sim	14	64%
2	Não	9	41%

2. Considera que a análise de fiabilidade é uma ferramenta útil para a gestão dos Sistemas de Armas?

#	Answer	Response	%
1	Sim	22	100%
2	Não	0	0%
	Total	22	100%

3. Em que vertente? (Podem ser seleccionadas várias opções)

#	Answer	Response	%
1	Alteração dos Programas de Manutenção	20	91%
2	Alteração dos Planeamentos de Aquisição de Material	18	82%
3	Alteração dos Planeamentos de Rotáveis	16	73%
4	Outra	2	9%

Outra

Fundamentar uma extensão de potencial substituição de tecnologia



4. Considera útil a existência de um documento que, para cada Sistema de Armas, contenha o conceito de manutenção da aeronave, seus sistemas, componentes e armamento?

#	Answer		Response	%
1	Sim		21	95%
2	Não		1	5%
	Total		22	100%

5. Acha que os resultados obtidos a partir de um programa de análise de fiabilidade poderiam ser uma das fontes de actualização do conceito de manutenção, e, conseqüentemente, desse documento?

#	Answer		Response	%
1	Sim		21	100%
2	Não		0	0%
	Total		21	100%

6. No Sistema de Armas em que trabalha, efectua-se análise de fiabilidade?

#	Answer		Response	%
1	Sim		6	27%
2	Não		16	73%
	Total		22	100%

7. Acha que com as condições actuais, quer em termos de pessoal disponível, quer em termos da formação em fiabilidade deste último, seria possível implementar um programa de análise de fiabilidade no Sistema de Armas em que trabalha?

#	Answer		Response	%
1	Sim		2	13%
2	Não		13	87%
	Total		15	100%



8. A análise de fiabilidade é efectuada ao nível dos: (podem ser seleccionadas várias opções)

	Answer		Response	%
1	Componentes		2	33%
2	Sistemas		1	17%
3	Motores		4	67%
4	Desvios da Manutenção		2	33%
5	Componentes e Sistemas		3	50%
6	Todos		2	33%

9. A análise de fiabilidade é realizada numa forma:

#	Answer		Response	%
1	Pontual		3	50%
2	Sistemática		3	50%
	Total		6	100%

10. Os resultados obtidos foram úteis para: (podem ser seleccionadas várias opções)

#	Answer		Response	%
1	Alteração dos Programas de Manutenção		4	67%
2	Alteração dos Planeamentos de Aquisição de Material		1	17%
3	Alteração dos Planeamentos de Rotáveis		1	17%
4	Outra		0	0%
	Total		6	100%

Outra

11. Na sua opinião, a análise de fiabilidade deveria ser realizada ao nível da gestão dos Sistemas de Armas, ou por uma equipa especialista que faça essa análise para os diversos Sistemas de Armas?

#	Answer		Response	%
1	Gestão dos Sistemas de Armas		10	45%
2	Equipa Especialista		12	55%
	Total		22	100%



12. No Sistema de Armas em que trabalha, tem informação disponível sobre fiabilidade intrínseca dos equipamentos por parte dos fabricantes?

#	Answer		Response	%
1	Sim		5	23%
2	Não		17	77%
	Total		22	100%

13. Tem algum tipo de partilha de informação com outros operadores do mesmo Sistema de Armas?

#	Answer		Response	%
1	Sim		13	59%
2	Não		9	41%
	Total		22	100%

14. Dados sobre fiabilidade estão incluídos nessa partilha?

#	Answer		Response	%
1	Sim		8	67%
2	Não		4	33%
	Total		12	100%

15. Considera que a DMA deve ser a entidade responsável pelo programa de análise de fiabilidade?

#	Answer		Response	%
1	Sim		19	90%
2	Não		2	10%
	Total		21	100%

16. Considera que a análise de fiabilidade deve ser realizada na DMA, à excepção da recolha de dados, pois estes seriam obtidos através dos Sistemas de Informação?

#	Answer		Response	%
1	Sim		19	90%
2	Não		2	10%
	Total		21	100%

**17. Assinale as etapas que acha que deverão ser exclusivas da DMA:**

#	Answer		Response	%
1	Estruturação do programa, em especial a definição dos indicadores		2	100%
2	Obtenção dos indicadores e respectiva análise, a partir dos dados contidos nos Sistemas de Informação		0	0%
	Total		2	100%

18. No Sistema de Armas em que trabalha, existe definida a Minimum Equipment List (MEL)?

#	Answer		Response	%
1	Sim		14	64%
2	Não		8	36%
	Total		22	100%

19. Que importância atribui à existência da MEL, como ponto de partida para a obtenção de dados relativos aos desvios de manutenção?

#	Answer		Response	%
1	Muito Importante		6	29%
2	Importante		5	24%
3	Importância Normal		7	33%
4	Pouca Importância		2	10%
5	Sem Importância		1	5%
	Total		21	100%



Anexo H – Resultados dos Questionários

COMANDO DE UNIDADES AÉREAS**1. Existe actualmente algum indicador de performance definido para o Sistema de Armas operado pela Esquadra?**

#	Answer	Response	%
1	Sim, qual?	6	55%
2	Não	5	45%
	Total	11	100%

Sim, qual?
Análise de execução do regime de voo horas planeadas vs horas executadas
regime de esforço horas planeadas/voadas
Verificação dos resultados de tiro
Controlo de qualificações anual

2. Que indicador de performance escolheria para o Sistema de Armas existente na Esquadra que comanda?

#	Answer	Response	%
1	n° saídas realizadas / n° de saídas programadas	3	50%
2	Horas voadas / Horas programadas	2	33%
3	Tempo Médio de Resposta do Alerta / Tempo de Resposta do Alerta Definido	1	17%
4	Outro	1	17%

Outro
todas estas



3. É conhecida a percentagem do total dos cancelamentos ou atrasos de missão, face ao planeado, que se deve à falta de prontidão dos meios (designados por desvios da manutenção)?

#	Answer		Response	%
1	Sim		9	82%
2	Não		2	18%
	Total		11	100%

4. Considera esta última informação e a existência de um indicador de performance como relevante?

#	Answer		Response	%
1	Sim		11	100%
2	Não		0	0%
	Total		11	100%

5. Recebe pontos de situação periódicos em relação à performance dos equipamentos?

#	Answer		Response	%
1	Sim		7	64%
2	Não		4	36%
	Total		11	100%

6. Se sim, com que periodicidade?

#	Answer		Response	%
1	Mensal		5	71%
2	Trimestral		0	0%
3	Semestral		0	0%
4	Anual		0	0%
5	Outra		2	29%
	Total		7	100%

Outra
semanal
diária

7. As acções de manutenção são planeadas em consonância com o planeamento operacional. Após a sua execução, verifica-se se existem desvios e, se sim, as respectivas causas?



#	Answer		Response	%
1	Sim		11	100%
2	Não		0	0%
	Total		11	100%

8. No Sistema de Armas que a Esquadra opera, existe definida a Minimum Equipment List (MEL)?

#	Answer		Response	%
1	Sim		7	64%
2	Não		4	36%
	Total		11	100%

9. Considera que a existência da MEL é importante?

#	Answer		Response	%
1	Não		0	0%
2	Sim, em que medida		11	100%
	Total		11	100%

Sim, em que medida	
	muito importante porque permite padronizar/normalizar os desvios.
	no estabelecimentos de critérios de "go & no go"
	Evita a paragem da aeronave devido a avarias de equipamentos não relevantes para a missão em causa, e por outro lado, retira ao operador a faculdade de decidir até que ponto a falta de determinado item é vital ou não para o voo, aumentando assim a segurança.
	é particularmente importante quando da execução de ~missões em operações reais, por forma a garantir que o sist. de armas esteja nas condições devidas.
	gestão dos meios disponíveis para cada tipo de missão
	Define os requisitos de equipamento de acordo com cada missão operacional.
	é um garante de segurança e uma boa ferramenta de decisão
	deveria ser indispensável
	Permite determinar em que condições se pode operar o avião em função das missões a cumprir
	porque auxilia parcialmente uma análise de risco
	Para segurança da operação

10. Se a Unidade Aérea que chefia tivesse que efectuar análise de fiabilidade, quem seria o responsável?

#	Answer		Response	%
1	Oficial de Manutenção		5	45%



2	Chefe da Secção da Qualidade da Unidade Aérea		5	45%
3	Outro		1	9%
	Total		11	100%

Outro

Entidade externa á U.A.

11. O responsável atrás identificado, tem formação em fiabilidade?

#	Answer		Response	%
1	Sim		1	9%
2	Não		10	91%
	Total		11	100%



Anexo H – Resultados dos Questionários

AVALIAÇÃO REALIZADA AOS CONCEITOS EM ESTUDO:

– Fiabilidade

No que diz respeito à fiabilidade intrínseca dos equipamentos, apenas 23% dos gestores afirmam ter esta informação. Dos inquiridos, 59% partilha informação com outros operadores e dentro dessa partilha, 67% incluem dados sobre fiabilidade. Das respostas obtidas, em apenas 27% efectua-se análise de fiabilidade, cujos indicadores trabalhados dizem respeito a:

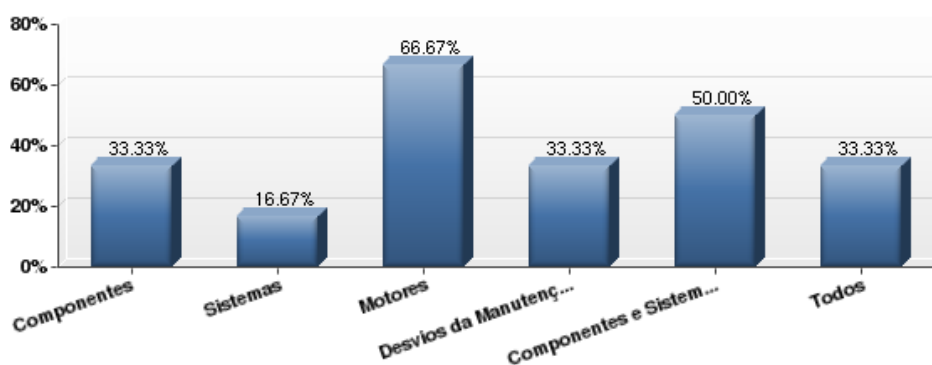


Fig. H-1 – Indicadores Analisados (Gestão dos SA)

– Gestão Logística

Dentro da gestão logística destaca-se o planeamento de rotáveis²⁹ e o plano de aquisição de material consumível. Embora todos os inquiridos considerassem a análise de fiabilidade uma ferramenta útil, a importância reconhecida às diferentes vertentes da análise é diferente: 82% dos inquiridos considerou que as alterações dos planeamentos de aquisição de material eram importantes, ao passo que 73% achou que as alterações aos planeamentos de rotáveis também eram importantes.

– Gestão Técnica

Nesta área importa avaliar a formação em fiabilidade, quer dos gestores, quer dos elementos das UA envolvidos neste processo, e a forma como a análise de fiabilidade interage com o conceito de manutenção dos SA.

²⁹ Rotável – Equipamento que periodicamente, com base num intervalo de tempo ou critério pré-definido, é submetido a revisão geral, com o objectivo de repor o nível estabelecido de disponibilidade e segurança.



Dentro da gestão dos SA, 64% dos inquiridos afirma ter formação em fiabilidade. Os Comandantes das UA consideram que dos responsáveis a indicar pela análise de fiabilidade da UA (45% Oficiais de Manutenção, 45% Chefe da SQ da UA e 9% entidade externa à UA) apenas 9% têm formação em fiabilidade.

Dos gestores inquiridos, é opinião da maioria, 91%, que a análise de fiabilidade é útil na alteração dos programas de manutenção. Nos SA em que se efectua análise de fiabilidade, 67% dos resultados obtidos dizem respeito a alterações dos programas de manutenção. A existência de um documento que contenha o conceito e o plano de manutenção dos SA, foi considerada útil por 95% dos gestores, que consideraram, na sua totalidade, que a análise de fiabilidade poderia ser uma das fontes de actualização desse documento.

Em 73% das respostas obtidas, não se efectua análise de fiabilidade e dentro desse grupo, 87% considera que não existem condições (meios humanos e formação específica destes) para implementá-la. Colocada a questão se a análise de fiabilidade devia ser efectuada por uma equipa especializada, 55% responderam positivamente.

– Manutenção

No que diz respeito à manutenção, importa avaliar os desvios causados no planeamento operacional e o respectivo impacto na operação. Verificou-se que 82% dos Comandantes das UA tem conhecimento da percentagem do total dos cancelamentos ou atrasos de missão, devidos a desvios da manutenção. A totalidade dos inquiridos afirmou que as acções de manutenção que não cumpriram o planeamento são avaliadas posteriormente, assim como a respectiva causa.

Dos Comandantes de Esquadra inquiridos, 64% afirma ter a *Minimum Equipment List*³⁰ (MEL) definida. A importância dada à MEL reside, entre outras opiniões, na padronização de desvios, na possibilidade de gerir os meios disponíveis para cada tipo de missão, uma ferramenta de decisão e um incremento na segurança.

É de realçar a importância dada pelos gestores à MEL (86%), como ponto de partida para a obtenção de dados relativos aos desvios da manutenção: apenas 10% consideraram pouco importante e 5% sem importância.

³⁰ A MEL é preparada pelo operador, a partir da *Master Minimum Equipment List*, tendo em conta as condições de manutenção e operação. Para a operação da aeronave em dadas circunstâncias, com determinados instrumentos, esta lista indica que equipamentos ou funções podem estar inoperativos no início do voo.



– Operação

Para que se possa analisar os desvios da manutenção, entre outros, é necessária a existência de um indicador de *performance* dos SA. Apenas 55% dos SA têm indicador de *performance*. Os restantes 45% escolheria indicadores como o nº saídas planeadas/nº saídas programadas, o tempo médio de resposta do alerta/tempo médio de resposta definido ou a combinação de todas estas.



Anexo I - Entrevista ao Director da DMA

1. Considera que a análise de fiabilidade deveria ter um papel cimeiro entre as tarefas realizadas na DMA?
2. Apesar da sua importância, não existe um programa definido para este processo. Considera que seria útil a definição deste programa?
3. Acha que a responsabilidade pelo programa de análise de fiabilidade deveria ser atribuída a uma equipa especializada que efectuasse essa tarefa para todos os Sistemas de Armas ou a gestão técnica de cada Sistema de Armas efectuar a sua análise?
4. Na reestruturação que está a decorrer, este processo foi equacionado?
5. Se sim, em que moldes?
6. A análise de fiabilidade é mencionada em vários regulamentos e alguns indicadores no Relatório de Actividades da Força Aérea e no Relatório Anual de Manutenção de Aeronaves. Contudo, não existe um documento que defina todo o processo e as responsabilidades que lhe são inerentes. Na sua opinião, qual seria a melhor forma de regulamentar um processo de análise de fiabilidade?
7. Dado o programa de fiabilidade estar directamente relacionado com o programa de manutenção, e à semelhança do que é feito na aviação civil, considera que deveria existir um documento que identificasse, por Sistema de Armas, o seu conceito de manutenção?



Anexo J – Programa de Análise de Fiabilidade

Programa de Análise de Fiabilidade do Sistema de Armas X

1. Identificação do Sistema de Armas
2. Intervenientes e Responsabilidades
3. Âmbito (Identificação dos sistemas, componentes, áreas da estrutura abrangidos pela análise)
4. Objectivos (Apresentação dos objectivos que se pretendem alcançar com o programa, por exemplo avaliar se determinado conjunto de tarefas de manutenção é adequado e eficiente. Estão directamente ligados ao âmbito)
5. Dados do Sistema de Armas (Deve ser respeitada a organização presente no programa de manutenção do SA. Sempre que a informação esteja disponível, deve constar no documento do programa:
 - Função e níveis de performance dos componentes no seu contexto de funcionamento;
 - Falhas Funcionais e respectivos Modos de Falha;
 - Efeitos da Falha e Consequências da Falha;
 - Identificação da Probabilidade de falha aceitável.)
6. Identificação das Fontes de Informação (Sistemas de Informação, Relatórios de Deficiências e Anomalias, Caderneta da Aeronave, entre outras)
7. Tratamento de Dados (Identificação dos métodos analíticos para processar e apresentar os dados que alimentam a análise)
8. Análise da Informação (Identificação de tendências, desvios a valores alerta, falhas repetitivas, entre outros)



9. Estabelecimento de Acções Correctivas (Identificação das acções correctivas apuradas e, se aplicável, do processo de monitorização da sua implementação)

10. Registo de Alterações do Programa de Análise de Fiabilidade (Registo das alterações a que o programa de análise de fiabilidade é sujeito, assim como as suas causas ou fontes de informação que lhe deu origem)

Anexo – Registo de Acções Correctivas

(Para cada acção correctiva preconizada, deve ser documentado o processo de análise, a monitorização da sua implementação, se necessário, e os resultados alcançados)