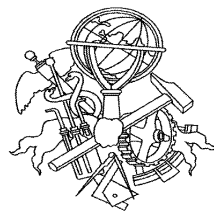


Estudo relativo à utilização dos Equipamentos de Medida e Precisão (EMP) nas ações de manutenção da frota F-16

Duarte Maia Correia



Mestrado em Engenharia Instrumentação e Metrologia

Departamento de Engenharia Física
Instituto Superior de Engenharia do Porto

2014

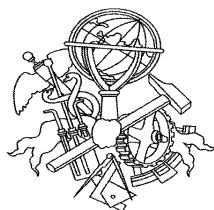
Este relatório satisfaz, parcialmente, os requisitos que constam da Ficha de Disciplina de
Dissertação, do 2º ano, do Mestrado em Engenharia Instrumentação e Metrologia

Candidato: Duarte Maia Correia, N° 1120099, duartemaiac@gmail.com

Orientação científica: Carlos Ramos, car@isep.ipp.pt

Organização: Força Aérea Portuguesa

Supervisão: Marco Paulo Silva Maia Coelho, mpcoelho@emfa.pt



Mestrado em Engenharia Instrumentação e Metrologia

Departamento de Engenharia Física

Instituto Superior de Engenharia do Porto

27 de outubro de 2014

"Alcança quem não cansa" Base Aérea Nº5

Agradecimentos

O presente trabalho resulta de um esforço pessoal, contudo, nunca seria possível sem o contributo de diversas pessoas, que merecem ser reconhecidas na realização deste objetivo.

Aos meus orientadores CAP Marco Coelho e Prof. Carlos Ramos, pelo apoio dado e por me terem encaminhado na direção certa.

Ao CAP Célio Moreira e SCH Vítor Oliveira, pela disponibilidade demonstrada na execução das aplicações em excel e access, no decorrer do projeto +LEMP para a melhoria contínua do procedimento de gestão metrológica da FA

A todos os colegas de Mestrado, pelos bons tempos passados durante esta dura etapa de infundáveis sábados, fechados dentro de salas de aula.

A toda a equipa do LEMP, por todo o gosto e dedicação especial a esta área da manutenção tão particular como é a Metrologia.

Ao Marco Barnstorf, pelo especial apoio e contributo nos diversos inputs e constatações, presentes neste trabalho.

A todos os camaradas de alojamento de oficiais da BA5, com quem partilhei momentos de boa disposição, para ganhar energias para terminar este trabalho.

Aos CATINGAS, pela amizade!!!

Por último, aos meus pais e noiva pelo apoio incondicional, motivação constante e por nunca deixarem de acreditar em mim e nas minhas capacidades.

A todos, um muito obrigado.

Resumo

Esta dissertação foi realizada, tendo como objeto de estudo a utilização de Equipamentos de Medida e Precisão, em diversas áreas da manutenção da Base Aérea N.º5. Como hipótese de trabalho, no âmbito da dissertação do Mestrado de Engenharia Instrumentação e Metrologia, foi proposta a elaboração de um estudo, tendo em vista, uma melhoria das capacidades da organização demonstrar certos requisitos no âmbito da gestão e controlo de Equipamentos de Medida e Precisão.

Assim, a metodologia utilizada para a realização desta dissertação, partiu da análise do estado da arte nas normas internacionais, da regulamentação emitida pela Força Aérea Portuguesa e no estudo das práticas em uso na manutenção da Base Aérea N.º5, assim como, nos atuais meios de execução e controlo dessa gestão num sistema integrado de “gestão de conteúdos”.

Foram realizados diversos trabalhos, tendo como objetivo uma melhoria no processo de gestão de Equipamentos de Medida e Precisão, com resultados imediatos, tais como um novo portal da metrologia, e-mail de informação sobre os Equipamentos de Medida e Precisão e certificados digitais.

Seguidamente, foram apresentados os resultados do estudo e demonstrada a necessidade de implementar um processo de *recall*, para as ações onde são usados Equipamentos de Medida e Precisão.

Na dissertação, são utilizadas terminologias aeronáuticas, por as mesmas serem comuns no seio da organização, assim como, consonantes com a prática usual na indústria de manutenção aeronáutica militar no mundo.

Palavras-Chave

Aeronavegabilidade, Metrologia, Qualidade, Equipamento de Medida e Precisão, Segurança, Conformidade, Sistemas de Gestão Integrados.

Abstract

This work was undertaken with the object of study the use of Equipment Measurement and Accuracy in several areas of maintenance Air Base No.5. As a working hypothesis in the context of the dissertation of the Master of Engineering Instrumentation and Metrology, the preparation of a study on the possible improvement of the organization, to demonstrate certain requirements under the management and control of Equipment Measurement and Accuracy was proposed.

So, the methodology used to conduct this dissertation came from the analysis of the state of the art in international standards, from regulations issued by the Portuguese Air Force and the study of current practices in Air Base No.5 maintenance, as in the current means of perform this integrated management, in a "content management" system.

Several works for an improvement of the Equipment Measurement and Accuracy management process with immediate results, such as a new portal of metrology, e-mail information about Equipment Measurement and Accuracy and digital certificates were performed.

Additionally, the results of the study were presented and was demonstrated the need to implement a recall process, for actions in which are used Equipment Measurement and Accuracy.

In the dissertation certain terminologies for the same are accepted within the organization according to the usual practice in military aircraft maintenance industry in the world are used.

Keywords

Airworthiness, Metrology, Quality Equipment Measurement and Accuracy, Security, Compliance, Integrated Management Systems.

Índice

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE TABELAS	XV
ACRÓNIMOS	XVII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. MOTIVAÇÃO	2
1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS.....	3
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	3
2. FORÇA AÉREA	5
2.1. BASE AÉREA Nº5.....	6
2.2. LEMP – LABORATÓRIO DE METROLOGIA	7
2.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO	7
3. REQUISITOS DE AERONAVEGABILIDADE	10
3.1. AERONAVEGABILIDADE MILITAR.....	12
3.2. EN 9100:2009 – AEROSPACE SERIES – QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS (AS9100).....	16
3.3. NP EN ISO/IEC 17025:2005 – REQUISITOS GERAIS DE COMPETÊNCIA PARA LABORATÓRIOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO.....	17
3.4. NP EN ISO 10012:2003 – SISTEMAS DE GESTÃO DA MEDIÇÃO – REQUISITOS PARA PROCESSO DE MEDIÇÃO E EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO	18
3.5. REGULAMENTAÇÃO INTERNA	19
4. SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO	24
4.1. ENTREPRISE RESOURCE PLANNING (ERP).....	24
4.2. SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO (SGM).....	26
4.3. GESTÃO DE CALIBRAÇÕES	27
4.4. SOFTWARE DE GESTÃO MET/TRACK®	29
5. ESTUDO DE CASO	32

5.1.	GESTÃO DE EMP NA MANUTENÇÃO DA BA5	33
5.2.	MELHORIA DA GESTÃO DE EMP NA FA	34
5.3.	APTIDÃO DAS CHAVES DE TORQUE AO USO.....	37
5.4.	REGISTO DOS DADOS DE MANUTENÇÃO.....	44
5.5.	SOLUÇÃO INTEGRADA	50
6.	CONCLUSÕES	53
6.1.	CONCLUSÕES GERAIS.....	53
6.2.	TRABALHOS FUTUROS.....	54
7.	REFERÊNCIAS	55
8.	ANEXOS	57

Índice de Figuras

Figura 1 - Estrutura Orgânica da FA.....	8
Figura 2 - Estrutura Orgânica da DEP	8
Figura 3 - MAWA Framework	13
Figura 4 - Estrutura do SGQA da FA	20
Figura 5 - Estrutura Documental.....	21
Figura 6 - MOD.LEMP.5.5-07/108 – Etiqueta grande de cor branca.....	22
Figura 7 - MOD.LEMP.5.5-08/394 – Etiqueta pequena de cor branca	22
Figura 8 - MOD.LEMP 5.5-09/99 – Etiqueta grande de cor amarela.....	22
Figura 9 - MOD.LEMP 5.5-10/398 – Etiqueta pequena de cor amarela	23
Figura 10 - Processo de Aceitação de EMP	23
Figura 11 - Dados de Inventário MET/TRACK	30
Figura 12 - Dados de Calibração MET/TRACK.....	30
Figura 13 - Processo Real de Gestão do EMP na Manutenção da BA5.....	33
Figura 14 - Portal da Metrologia.....	35
Figura 15 - Base de Dados	35
Figura 16 - Exemplo de e-mail interno enviado aos gestores/utilizadores de EMP.....	36
Figura 17 - Chave de torque apta ao uso.....	38
Figura 18 - Chave de torque com limitações	39
Figura 19 - Mecânico a executar ação de manutenção com chave de torque	40
Figura 20 - Exemplo de tolerâncias para ação de manutenção numa TO	42
Figura 21 - Módulo de Gestão da Manutenção da FA.....	45
Figura 22 - Execução de ação de manutenção no MGM	46
Figura 23 - Registo de torques da Secção da Qualidade da BA5 (M3595)	47
Figura 24 - Registo de torques Secção da Qualidade da BA5 (M1771)	49

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Dados relativos às gamas de operação de ações de manutenção presenciados	40
Tabela 2 - Dados relativos às gamas de operação de ações de manutenção	42

Acrónimos

AAN	–	Autoridade Aeronáutica Nacional
AMC	–	Meios de Conformidade Aceitáveis
BA5	–	Base Aérea N.º5
CA	–	Comando Aéreo
CCMS	–	Computerized Calibration Management System
CEMFA	–	Chefe do Estado Maior da Força Aérea
CIE	–	Código de Identificação do Equipamento
CLAFA	–	Comando da Logística da Força Aérea
CMMS	–	Computerized Maintenance Management System
DEP	–	Direção de Engenharia e Programas
DN	–	Defesa Nacional
DQAA	–	Departamento da Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente
EDA	–	European Defence Agency
EMACC	–	European Military Airworthiness Certification Criteria
EMP	–	Equipamentos de Medida e Precisão
ERP	–	Entreprise Resource Planning
FA	–	Força Aérea Portuguesa
FS	–	Full Scale

- GM – Material de Orientação
- MAWA – Military Airworthiness Authorities
- MGM – Módulo de Gestão da Manutenção
- NP – Norma Portuguesa
- NQA – Norma da Qualidade e Aeronavegabilidade
- PMA – Programa de Manutenção de Aeronaves
- pMS – Estados-Membros Participantes
- SA – Sistemas de Armas
- SGM – Sistemas de Gestão da Manutenção
- SGQ – Sistema de Gestão da Qualidade
- SGQA – Sistema de Gestão da Qualidade e Aeronavegabilidade
- SIAGFA – Sistema Integrado de Apoio à Gestão na Força Aérea
- TO – Technical Order
- USAF – United States Air Force

1. INTRODUÇÃO

No domínio da manutenção, a obtenção de elevados padrões de qualidade, passa, invariavelmente, pela necessidade de medir de forma fiável. Este conceito traduz a razão pela qual nas organizações, os documentos normativos enfatizam a questão do controlo dos Equipamentos de Medida e Precisão (EMP), que na linguagem da qualidade assume a designação de confirmação metrológica.

As organizações militares não fogem à regra e com efeito, estas têm procurado aplicar as teorias da gestão de qualidade e aeronavegabilidade, reproduzindo os êxitos do mundo empresarial, num momento em que a demonstração da capacidade de obtenção da qualidade é fundamental para a afirmação das organizações.

No cumprimento da sua missão, a Força Aérea (FA) opera Sistemas de Armas (SA) de elevado custo e complexidade tecnológica. Para garantir as condições de aeronavegabilidade exigidas pelas normas internacionais, as ações de manutenção executadas devem obedecer a elevados padrões de rigor e segurança, sendo que, um dos fatores primordiais para atingir esse objetivo, é a utilização de EMP que estejam em perfeitas condições de utilização para a tarefa que desempenham e que possam ser rastreados até a ação de manutenção executada.

1.1. MOTIVAÇÃO

A FA, fornece um serviço fundamental para a Defesa Nacional (DN), a componente aérea da Defesa Militar, tendo por isso como “cliente” a sociedade em que se insere.

Como componente militar da DN, a FA não pode deixar de valorizar a função qualidade, enquanto expressão do todo organizacional, já que quanto mais elevados forem os níveis de qualidade registados, tanto maior será a eficácia das missões realizadas e o grau de segurança observado.

Independentemente do domínio considerado, a qualidade tornou-se uma questão de importância central na sociedade contemporânea, colocando as organizações civis ou militares, perante a necessidade constante de uma procura permanente da sua obtenção.

O esforço desenvolvido pelos estados/organizações no âmbito dos Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) tem, por sua vez, levado a um contínuo aperfeiçoamento das normas da qualidade/aeronavegabilidade.

Perante esta realidade, é pertinente tecer algumas considerações sobre tão importante matéria, com o intuito de podermos contribuir para a criação dos requisitos da qualidade/aeronavegabilidade e para a implementação de um novo sistema de gestão que consiga fornecer uma informação mais completa, rápida e integrada sobre os EMP na FA, por forma a possibilitar o seu reconhecimento pelo cumprimento das normas internacionais e simultaneamente, contribuir para uma gestão otimizada na FA.

A preocupação com a obtenção de requisitos de aeronavegabilidade, surge na sequência de diversas experiências no mundo aeronáutico, tornando-se assim tema de numerosos estudos e documentos normativos [5] [6] [7], com o intuito de ver evoluir as organizações no sentido da eficácia na gestão, aumentando a produtividade e reduzindo os custos cumprindo tais requisitos.

É assim que surge, na sequência da Diretiva n.º 05 de 12Abril2013 do Chefe do Estado Maior da Força Aérea (CEMFA), a necessidade de prosseguir os estudos que visam definir, a política global, no âmbito da Aeronavegabilidade, quanto a objetivos, estruturas

orgânicas e processos de intervenção aplicável a todos os sectores da FA, em particular o dedicado aos SA.

A atualidade do tema da aeronavegabilidade e a vontade expressa pelas chefias militares em melhorar os sistemas de gestão, com particular ênfase para a qualidade na manutenção dos SA, são os fatores motivadores para a seleção e desenvolvimento do estudo aqui apresentado.

A opção pela qualidade e aeronavegabilidade é hoje uma filosofia unanimemente reconhecida e adotada no meio aeronáutico português, europeu e de todo o mundo ocidental, pelo que a implementação de sistemas de gestão se transformou num dos fatores mais vitais na realidade atual.

A sensibilidade do autor para a problemática em causa decorre da experiência acumulada como responsável da qualidade no Laboratório de Metrologia da Força Aérea (LEMP) e que agora se veio traduzir numa forte motivação para melhorar a atual gestão de EMP da FA, por forma a aproximá-la à realidade presente na indústria aeronáutica.

1.2. ÂMBITO E OBJETIVOS

Atendendo ao tempo disponível e à dimensão da organização, não seria possível estender o objetivo de trabalho da dissertação a toda a atividade da organização, no que diz respeito ao levantamento e análise da situação e conseqüentemente a uma proposta de melhoria no presente bem como numa perspetiva futura. A presente dissertação foca-se na utilização de apenas um tipo de EMP, sendo que neste caso foram escolhidas as chaves de torque, uma dada a sua elevada utilização nas ações manutenção de todas as frotas da organização. A realização da mesma na manutenção da aeronave F-16 deve-se ao facto de o autor se encontrar a trabalhar na BA5, esta manutenção com a sua complexidade em termos de produto e gestão documental, deverá ser considerada suficientemente abrangente, em termos de elaboração de propostas de gestão de manutenção, para serem consideradas como elementos de referência no estudo.

1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos: Introdução, Apresentação da FA, Aeronavegabilidade, SGM, Estudo de Caso e Conclusão.

Na introdução faz-se um breve enquadramento ao trabalho. Apresentam-se a motivação e os objetivos que foram definidos para o estudo assim como o âmbito, dado que a dimensão da organização em questão não permite que se insira completamente nesta dissertação.

No segundo capítulo, faz-se a apresentação da organização, para que se possa compreender qual o “produto” final e como é atingido e ainda, como se encontra estruturada. No âmbito da dissertação e tendo em conta como objetivo um conhecimento mais aprofundado, é realizado um breve historial da organização.

No capítulo três, faz-se a revisão da literatura, sendo objeto de análise os requisitos de aeronavegabilidade militar e os diversos requisitos vertidos por normas internacionais que regulam a atividade relacionada com a aeronáutica e os EMP utilizados na manutenção.

O capítulo quatro, pretende dar a conhecer algumas das características dos sistemas de gestão de manutenção.

O quinto capítulo é dedicado ao trabalho de estudo, realizado nos diversos locais da manutenção da BA5, onde são apresentados os resultados obtidos e apresentadas propostas de soluções para corrigir as anomalias detetadas.

Por último, no sexto capítulo, serão retiradas conclusões do trabalho realizado.

2. FORÇA AÉREA

Criada em 14 de Maio de 1914, a Aviação Militar, só quase quatro décadas depois, se tornaria um ramo independente das Forças Armadas.

Tal facto viria a verificar-se com a promulgação da Lei n.º 2055, de 27 de Maio de 1952, documento que constitui a “Carta Magna” da FA.

Um dos factos mais relevantes foi a fusão das Aeronáuticas do Exército e da Marinha, que aliás haviam tido berço comum no passado.

Essa decisão provocou alguma polémica por parte da Armada, que desejava manter a sua independência e da FA que pretendia impor-se pela sua entrada na Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN).

A polémica terminou com a publicação do Decreto-Lei nº 38805/52 de 28 de Junho desse mesmo ano, o qual dava execução à referida lei. Aquele diploma determinava que, a partir de 1 de Julho de 1952, a FA passaria a ter na sua direta dependência várias infraestruturas aeronáuticas [1].

A indicação de 1 de Julho de 1952, como a data da entrada em execução da independência da FA, constitui a razão de ser da escolha dessa data como “Dia da Força Aérea”.

A FA é parte integrante do sistema de forças nacional e tem por missão cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República, através da realização de operações aéreas e na defesa aérea do espaço nacional. Compete-lhe, ainda, satisfazer missões no âmbito dos compromissos internacionais [1].

2.1. BASE AÉREA Nº5

Nos terrenos da atual Base Aérea funcionou de 1938 a 1941 o Aeroclub de Leiria, passando a Aeródromo Militar desde essa data até à inauguração da BA5.

Em 4 de outubro de 1959, foi oficialmente inaugurada a BA5, sendo nesse dia celebrado o dia da Unidade.

Vocacionada, desde a sua fundação, para o cumprimento de missão de Caça-Interceção, a BA5 tem acolhido vários tipos de aeronaves, nomeadamente: caças F-86F Sabre, aviões Fiat G-91 R4, T-33A T-Bird, T-38A Talon e A-7P Corsair II [1].

A BA5 tem como missão garantir a prontidão das Unidades Aéreas e o apoio logístico-administrativo de unidades e órgãos nela sediados, bem como a segurança interna e a defesa imediata.

Estão atribuídas as seguintes competências:

- Garantir a prontidão das Unidades Aéreas atribuídas;
- Garantir a exploração dos serviços de aeródromo e de rádio ajudas;
- Executar as tarefas logísticas e administrativas de apoio geral;
- Garantir a segurança militar e a defesa imediata da área onde se encontra implantada e de outros pontos sob a sua jurisdição [1].

2.2. LEMP – LABORATÓRIO DE METROLOGIA

Em 8 de Julho de 1994 chegam a Monte Real os primeiros caças F-16A Fighting Falcon com os quais foi reativada a Esquadra 201-Falcões.

Este novo SA representou um salto tecnológico muito significativo em relação ao SA até então em serviço na BA5, o A-7P Corsair. Este salto tecnológico obrigou a uma mudança radical na cultura vigente na altura, tanto ao nível operacional como ao nível da manutenção. Sinal dessa mudança foi a criação de um Laboratório para dar apoio à manutenção deste SA enquanto entidade calibradora de equipamentos de medição. Assim, foi criado em 1994 para apoio do SA F-16 o LEMP, órgão de apoio à manutenção dos diversos SA da Força Aérea, enquanto entidade calibradora de equipamentos de medição [2].

O LEMP tem um papel muito importante no sistema implementado na FA, desempenhando funções de controlo e calibração dos EMP da organização.

Por ter sido criado para dar apoio ao SA F-16, o funcionamento do LEMP é baseado na filosofia em uso na United States Air Force (USAF) que tem na Technical Order (TO) 00.20.14 a política, métodos e procedimentos.

Os procedimentos técnicos utilizados para calibrar os EMP são baseados na TO 33K-1-100-2. Este documento é a base dos procedimentos de calibração e depois, para cada tipo de equipamento, existe uma TO com os procedimentos de calibração a serem executados e onde também estão especificados os critérios de aceitação utilizados.

2.3. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO

O LEMP está integrado na estrutura orgânica da FA através do Comando Aéreo (CA) e do Comando da Logística da Força Aérea (CLAFA). Depende hierarquicamente do Grupo Operacional da BA5 e técnica e funcionalmente do Departamento da Qualidade, Aeronavegabilidade e Ambiente (DQAA) da Direção de Engenharia e Programas (DEP), como é possível verificar através das figuras 1 e 2 [2].

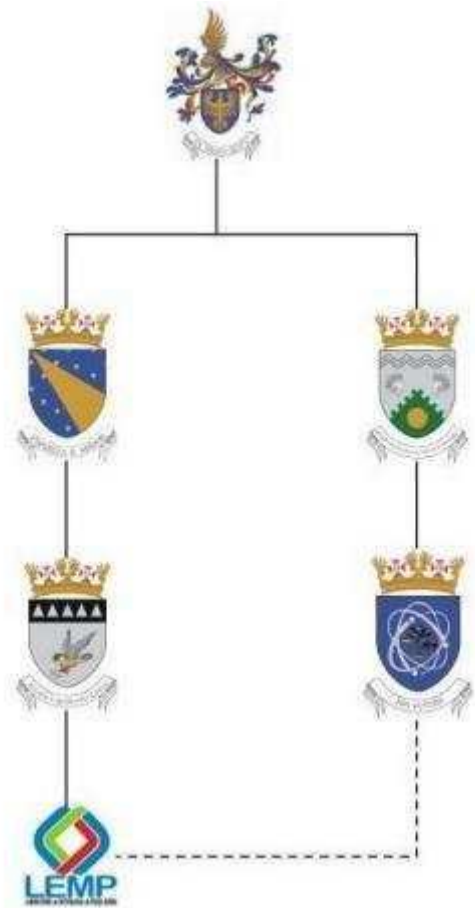


Figura 1 - Estrutura Orgânica da FA

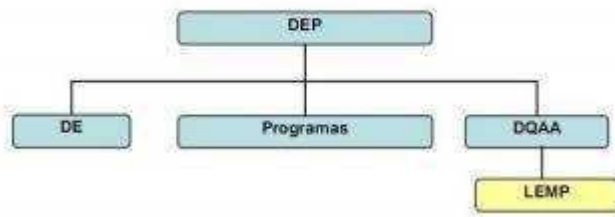


Figura 2 - Estrutura Orgânica da DEP

A DEP tem por missão proporcionar competências técnicas e o desenvolvimento dos projetos de modernização e contribuir para a gestão dos sistemas de armas em todas as fases dos respectivos ciclos de vida. Assim como garantir os requisitos para a certificação da aeronavegabilidade das aeronaves militares e, ainda, promover a qualidade e o ambiente [2].

Estão atribuídas à DEP as seguintes competências:

- Garantir o cumprimento dos requisitos de navegabilidade das aeronaves militares;
- Colaborar na definição dos requisitos operacionais e logísticos dos meios necessários para assegurar as capacidades da FA e planejar o apoio logístico durante o respetivo ciclo de vida;
- Conduzir a execução dos programas de modernização das capacidades da FA que lhe forem superiormente designados;
- Efetuar estudos técnicos e participar nas atividades de investigação e desenvolvimento;
- Apoiar tecnicamente os outros comandos, na execução das suas tarefas logísticas;
- Colaborar na preparação do Plano de Atividades da FA;
- Assegurar o cumprimento, na área da sua responsabilidade técnica, da regulamentação com implicações na Prevenção de Acidentes;
- Assegurar e controlar a execução das políticas da qualidade e ambiente na FA;
- Assegurar a satisfação dos requisitos da qualidade, em todas as áreas da sua responsabilidade.

3. REQUISITOS DE AERONAVEGABILIDADE

Para uma aeronave, ou parte da aeronave, aeronavegabilidade é a posse dos requisitos necessários para voar em condições de segurança e nos limites do permitido [3].

Nesta definição, três elementos fundamentais merecem uma atenção especial: condições de segurança, posse dos requisitos necessários e dos limites permitidos.

- Podemos tomar como garantido, que o significado de condições de segurança está relacionado com o normal curso e conclusão satisfatória do voo. De acordo com de Florio [3], segurança é a ausência das referidas condições que podem causar a morte, ferimentos ou doenças, danos/perda de equipamento, propriedade ou dano ao meio ambiente.
- Posse dos requisitos necessários significa que a aeronave, ou qualquer das suas partes, seja projetada e construída de acordo com os critérios estudados e testados para voar em condições de segurança, tal como mencionado acima.

Os regulamentos destinam-se a promover a segurança, eliminando ou atenuando condições que podem causar a morte, ferimentos ou danos.

Estes regulamentos são estabelecidos pelas autoridades de aeronavegabilidade, nomeadas pelos estados. São obtidos, através da publicação de padrões de navegabilidade, contendo uma série de requisitos de concepção: desde a força das estruturas aos requisitos de voo (qualidades de voo e desempenho), aos critérios para a boa prática do design, sistemas, fadiga e vibração, testes necessários, voo e conteúdo do manual de manutenção, e assim por diante. Estes padrões são diferentes para os diferentes tipos de aeronaves. Obviamente, não é possível conceber um planador, um "Jumbo", ou um helicóptero usando as mesmas regras. Uma peculiaridade importante destas normas é a sua evolução ao longo do tempo. Geralmente, uma norma não precede o progresso aeronáutico, segue-o e por vezes acompanha-o, isto porque um padrão "bloqueado" poderia impedir o progresso aeronáutico [3].

Daqui resulta que as regras têm de se adequar continuamente a uma evolução técnica aeronáutica, além disso, muitas vezes as análises de acidentes leva a regras adicionais que, se tivessem sido aplicados ao design, poderiam ter evitado o acidente ou pelo menos minorar os seus efeitos. Este processo pode ser considerado como "*afterthoughts*", mas é preferível considerá-lo como "experiência". A mudança das normas (normalmente com o objetivo da adição de algo novo ou diferente) faz com que o design em conformidade com as regras seja cada vez mais oneroso, mas este é o preço a pagar para melhorar a segurança de voo [3].

- Limites permitidos. As aeronaves são projetadas para operação dentro de um determinado "Envelope de voo", que depende principalmente da velocidade e dos fatores de carga estruturais. Além disso, o peso máximo da aeronave pode ser estabelecido de forma diferente, para diferentes tipos de operações. As condições operacionais das aeronaves, para voo diurno, voo noturno, voo por instrumentos ou voo em condições de formação de gelo, também são estabelecidas. Exceder estes limites e condições pode causar acidentes, excesso de peso na descolagem, manobras acrobáticas realizadas com aeronaves projetadas com fatores de carga para operações não-acrobáticas, voos em condições de formação de gelo, sem proteção adequada e superando os limites de velocidade são apenas alguns dos exemplos da importância de

voar dentro dos limites admissíveis. Os pilotos estão cientes destes limites através dos manuais de voo, marcas e placas exibidas no cockpit e claro, o treino.

3.1. AERONAVEGABILIDADE MILITAR

Em novembro de 2008, foi confiado à European Defence Agency (EDA) o estabelecimento de um fórum Military Airworthiness Authorities (MAWA) e foi aprovado um programa militar de aeronavegabilidade para alcançar processos de harmonização de aeronavegabilidade e de certificação comuns entre os estados membros.

Os fatores que impulsionaram este fórum e os benefícios esperados são:

- Melhorar a segurança da aviação militar;
- Reforço da cooperação militar - militar e civil-militar;
- Reduzir tempo e custo para o desenvolvimento de novos aviões;
- A introdução de uma abordagem comum para a manutenção e reparação de aeronaves;
- Ativação de um processo comum de aprovação dos programas de formação para o pessoal da manutenção;
- Reconhecimento entre as diferentes Autoridades Militares de Aeronavegabilidade,
- Melhorar a perspectiva da terceirização da manutenção e reparação;
- Facilitar a manutenção transfronteiriça;
- Melhorar a cooperação através da harmonização de aeronavegabilidade;
- Melhorar o reconhecimento das Autoridades da Aviação Civil;
- Melhorar a interoperabilidade na realização de operações aéreas conjuntas [4].

O objetivo do fórum MAWA foi harmonizar os regulamentos nacionais de aeronavegabilidade militar dos seus Estados-Membros participantes (pMS), isso foi conseguido através do desenvolvimento de um conjunto de documentos tais como os European Military Airworthiness Requirements (EMAR), Acceptable Means of Compliance (AMC) e Guidance Material (GM) estes vão garantir maior padronização na abordagem de cada pMS à aeronavegabilidade militar em toda a Europa, detalhando os procedimentos e processos necessários para alcançar este objetivo. Na figura 3 podemos ver a sua estrutura [4].

Os documentos EMAR formam uma estrutura completa de requisitos de aeronavegabilidade militares que se alinham, tanto quanto possível, com a estrutura regulatória civil [5].

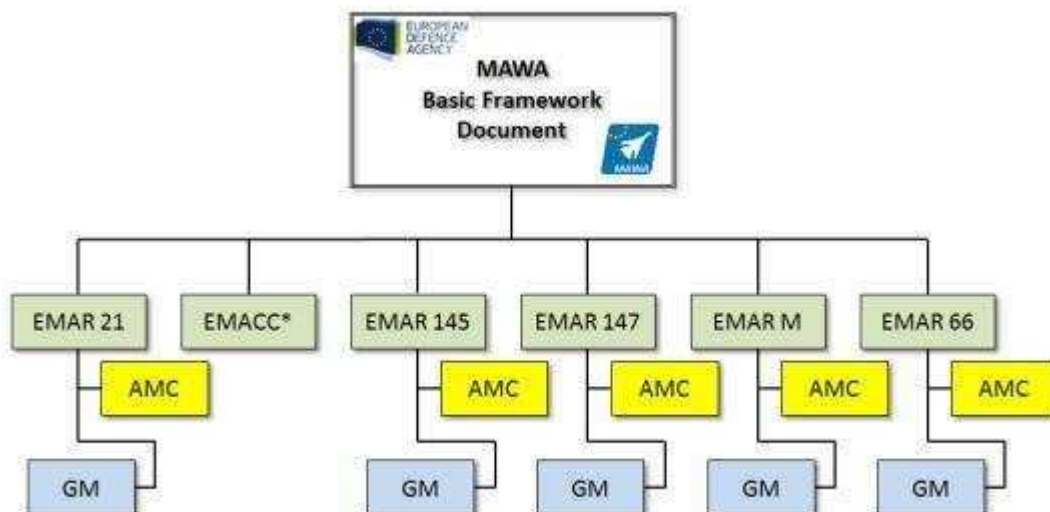


Figura 3 - MAWA Framework

Este regulamento é composto por diversos anexos, mais comumente conhecidos como "partes":

- EMAR Parte 21 - Requisitos relacionados com o “início” da aeronavegabilidade de aeronaves militares. Em especial a que abrange a certificação de um novo tipo de aeronave ou uma mudança para um tipo já existente, tendo em conta o seu design e atividades da mesma.
- EMAR Parte M - Requisitos de Aeronavegabilidade Permanente - estabelece as medidas a tomar para garantir que a aeronavegabilidade é preservada, incluindo a manutenção. Também especifica as condições a serem cumpridas pelas pessoas ou organizações envolvidas, para continuar a gestão da aeronavegabilidade.
- EMAR Parte 145 - Manutenção Organização Aprovações - estabelece os requisitos a serem atendidos por uma organização, para se qualificar para a emissão ou continuação de uma certificação de manutenção de aeronaves e componentes.
- EMAR Parte 66 – Certificação de Pessoal - estabelece os requisitos de educação e formação para manutenção de aeronaves pessoal.
- EMAR Parte 147 - Organizações e requisitos de formação técnica - estabelece os requisitos a serem cumpridos pelas organizações que pretendem a aprovação para a realização de treino na manutenção de aeronaves e respetivo exame.

- EMACC* - Em paralelo com o desenvolvimento do EMAR Parte 21, o Fórum MAWA está também a desenvolver Critérios de Certificação de Aeronavegabilidade Militar Europeia (EMACC), que vão definir critérios harmonizados para o qual aeronaves militares podem ser certificadas.

Os EMAR não são vinculativos [5]. Cabe a cada um de pMS determinar se vão alterá-los dentro dos seus regulamentos militares nacionais de aeronavegabilidade. No entanto, a aplicação dos requisitos de aeronavegabilidade padronizados em regulamentos militares nacionais tem muitos benefícios tanto para as autoridades militares, como para a indústria, especialmente quando se trata da certificação de produtos e de aprovação das organizações de toda a Europa.

Assim, é recomendável que cada pMS implemente os regulamentos EMAR na sua aeronavegabilidade nacional, com o menor número de desvios possível [5].

No âmbito do trabalho desenvolvido, tendo em vista o cumprimento destes regulamentos europeus é importante reter o descrito no requisito 145.A.40 – Equipamento, ferramentas e material, do EMAR 145 que especifica que:

(a) A entidade deverá possuir e utilizar os equipamentos, ferramentas e materiais necessários, para executar o alcance de trabalho aprovado.

1. Sempre que o fabricante especifica uma ferramenta ou equipamento especial, a organização deve usar essa ferramenta ou equipamento, a menos que o uso de ferramentas ou equipamento alternativo for acordado pela Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN) através de procedimentos especificados, no manual da entidade de manutenção.

2. Equipamentos e ferramentas devem estar permanentemente disponíveis, exceto no caso de qualquer ferramenta ou equipamento, que seja tão pouco utilizado, que a sua disponibilidade permanente não é necessária. Tais casos serão detalhados no manual da manutenção da organização.

3. As entidades aprovadas para a manutenção de base deverão ter equipamentos de acesso a aeronaves suficientes e plataformas de inspeção, de tal forma que a aeronave possa ser devidamente inspecionada.

(b) A organização deve assegurar que todas as ferramentas, equipamentos e principalmente equipamentos de teste, conforme o caso, são controlados e calibrados de acordo com uma norma oficialmente reconhecida, com a frequência necessária para garantir a manutenção e precisão. Registos destas calibrações e rastreabilidade para o padrão utilizado devem ser mantidos pela organização [5].

3.1.1. AMC 145.A.40 (A) EQUIPAMENTOS, FERRAMENTAS E MATERIAIS

Uma vez que o requerente da homologação determinou o alcance pretendido de aprovação à consideração do AAN, será necessário mostrar que todas as ferramentas e equipamentos, especificados nos dados de manutenção podem ser disponibilizados quando necessário. Todas as ferramentas e equipamentos que necessitam de ser controlados em termos de manutenção ou calibração em virtude de ser necessário, medir dimensões, introduzir torques específicos, etc, devem ser claramente identificados e listados num registo de controlo, onde se incluem todas as ferramentas e equipamentos pessoais que a organização se comprometa que podem ser usados [6].

3.1.2. AMC 145.A.40 (B) EQUIPAMENTOS, FERRAMENTAS E MATERIAIS

1. O controlo dessas ferramentas e equipamentos requer que a organização tenha procedimentos para inspecionar e quando apropriado, calibrar esses itens numa base regular e indicar aos utilizadores, que o item está dentro de inspeção ou prazo de calibração. É necessário um sistema para rotular todas as ferramentas, equipamentos e equipamentos de teste, dar informações sobre quando a próxima inspeção ou calibração é necessária e se o item não se encontra operacional por qualquer outra razão, que pode não ser óbvia. Um registo deve ser mantido para todas as ferramentas de precisão e equipamentos, juntamente com um registo de calibrações e padrões utilizados.
2. Inspeção ou calibração periódica deve estar de acordo com as instruções do fabricante dos equipamentos, exceto onde a organização possa mostrar por resultados, que intervalos de tempo diferentes são apropriados, em casos particulares.
3. Neste contexto, norma oficialmente reconhecida, significa, padrões estabelecidos ou publicados por um organismo oficial, se dotado de personalidade jurídica ou

não, que são amplamente reconhecidos pelo setor aeroespacial como constituindo boas práticas, ou os que são aceites pelo AAN [6].

3.2. EN 9100:2009 – AEROSPACE SERIES – QUALITY MANAGEMENT SYSTEMS (AS9100)

A norma EN 9100:2009, mais conhecida por AS9100, é uma norma baseada na ISO 9001. No entanto, incorpora uma série de requisitos extra e clarifica outros de forma a acomodar a especificidade da indústria aeronáutica. Como exemplos disto, surgiu a obrigação de estabelecer, documentar e manter um processo de gestão da configuração 4.3) e também a obrigatoriedade de levar a cabo uma avaliação dos riscos na revisão dos requisitos relacionados com o produto (alínea d) do 7.2.2).

O requisito 7.6 – Controlo do equipamento de monitorização e medição – especifica que a organização deve determinar a monitorização e a medição a serem efetuadas e o equipamento de monitorização e medição necessário, para proporcionar evidência da conformidade do produto com os requisitos determinados [7]. Este mesmo requisito estabelece ainda, que a organização deve estabelecer processos para assegurar que a monitorização e a medição podem ser e são de facto levadas a cabo de uma forma consistente, com os requisitos de monitorização e medição [7], realçando a importância da adequação ao uso por parte do EMP.

O requisito 7.6 determina ainda que “Onde for necessário assegurar resultados válidos, o equipamento de medição deve:

- a) Ser calibrado ou verificado, ou ambos, em intervalos especificados ou antes da utilização, face a padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais;...
- b) Ser ajustado ou reajustado quando necessário;
- c) Ter identificação por forma a determinar o estado de calibração;
- d) Ser salvaguardado de ajustes que possam invalidar o resultado da medição;

e) Ser protegido de danos e deterioração durante o manuseamento, manutenção e armazenagem.”

Neste requisito esta norma determina ainda que as organizações devem manter um registo desses equipamentos de monitorização e medição e definir o processo empregue para a sua calibração, onde estejam incluídos detalhes do equipamento, entre os quais, os critérios de aceitação. Assim, quando o utilizador receber o EMP após a calibração, deve comparar o erro encontrado nesse processo com os critérios de aceitação definidos previamente, para que possa decidir a aceitação/rejeição do EMP. No entanto, como equipamentos exatamente iguais podem executar funções com níveis de responsabilidade e exigência muito diferentes. Esses critérios devem ter isso em conta e ser definidos, não em função do EMP em si, mas da ação de manutenção a desempenhar.

Ainda neste requisito, a AS9100 determina que, onde for necessário assegurar resultados válidos, deve existir um processo de *recall* dos EMP quando estes precisam de ser calibrados.

3.3. NP EN ISO/IEC 17025:2005 – REQUISITOS GERAIS DE COMPETÊNCIA PARA LABORATÓRIOS DE ENSAIO E CALIBRAÇÃO

O objetivo desta norma é especificar os requisitos gerais, para realizar ensaios ou calibrações e determinar que os Laboratórios que estiverem em conformidade com ela, funcionarão igualmente de acordo com a norma EN 9001.

O ponto 5.4.2 determina que o laboratório deve utilizar métodos de ensaio e/ou calibração, incluindo métodos de amostragem, que satisfaçam as necessidades do cliente e que sejam apropriados para os ensaios e/ou calibrações que realiza [8]. É de salientar, a possibilidade que é dada ao cliente, de ser ele a propor o método de calibração.

O ponto 5.5.5 determina que devem ser mantidos registos relativos a cada item do equipamento do Laboratório, nos quais devem estar incluídos, entre outros, os critérios de aceitação.

O ponto 5.10.4.3 determina, que sempre que um instrumento a calibrar tenha sido ajustado ou reparado, devem ser apresentados, caso estejam disponíveis, os resultados da calibração

antes e depois do ajuste ou reparação [8], isto é essencial para avaliar a adequação do EMP e despoletar o *recall* dos trabalhos efetuados.

3.4. NP EN ISO 10012:2003 – SISTEMAS DE GESTÃO DA MEDIÇÃO – REQUISITOS PARA PROCESSO DE MEDIÇÃO E EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO

Esta norma especifica alguns requisitos genéricos e estabelece orientações para a gestão de processos de medição e de confirmação metrológica dos EMP utilizados para suportar e demonstrar a conformidade com os requisitos metrológicos.

Esta norma, determina no ponto 4 que o sistema de gestão da medição deve assegurar que os requisitos metrológicos especificados pelo cliente são satisfeitos. Na orientação deste ponto, é dito que os requisitos metrológicos especificados derivam de requisitos do produto. Estes requisitos são necessários, quer para o equipamento de medição, quer para o processo de medição. Os requisitos poderão ser expressos como erros máximos de medição, limite de incerteza, gama, estabilidade, resolução, condições ambientais ou competências do operador [9], e demonstrar indicação objetiva de que os requisitos aplicáveis aos EMP, derivam da função a desempenhar.

Na orientação do ponto 6.3.1, é dito que os equipamentos de medição podem ser confirmados para serem utilizados em determinados processos de medição e não ser confirmados para outros processos, com requisitos metrológicos diferentes.

No ponto 7.1.2, relativo aos intervalos de confirmação metrológica, determina que sempre que equipamento não conforme é reparado, ajustado ou modificado, o respetivo intervalo para confirmação metrológica deve ser revisto [9].

No ponto 8.3.3, determina que os equipamentos de medição de que se saiba ou suspeite de estarem não conformes, devem ser segregados. Refere ainda, que se o resultado de uma verificação metrológica antes de qualquer ajuste ou reparação, indicar que o equipamento de medição não satisfaz os requisitos metrológicos, de tal forma que pudesse ter comprometido a correção do resultado das medições, o utilizador deve determinar as potenciais consequências e desenvolver as ações necessárias, que podem incluir a avaliação de produtos que tenham sido produzidos com base em medições efetuadas com o

equipamento de medição não conforme [9], em concordância com o previsto no 7.6 na AS9100.

3.5. REGULAMENTAÇÃO INTERNA

3.5.1. RFA 400-1 REGULAMENTO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE E AERONAVEGABILIDADE

O RFA 400-1 Regulamento Do Sistema De Gestão Da Qualidade E Aeronavegabilidade, promulgado em maio de 2014, abrange as atividades com implicações na qualidade da manutenção dos SA, na certificação da aeronavegabilidade e na aquisição de novas capacidades.

O sistema de gestão visa dar cumprimento aos requisitos definidos, nos seguintes documentos, aplicável em:

- Lei Orgânica da Força Aérea;
- SAE AS 9100;
- NP EN ISO/IEC 17025;
- Documentos emanados pela AAN;
- Requisitos estatutários e regulamentares das atividades.

A finalidade do RFA 400-1 é definir a política e os objetivos a prosseguir, a estrutura organizacional, os processos e os procedimentos associados do SGQ na manutenção dos SA [10].

Dos objetivos deste SGQ, revestem-se de especial importância os seguintes:

- Contribuir para o desenvolvimento de capacidades necessárias ao cumprimento da missão da FA;
- Garantir o aprontamento dos SA nas condições de aeronavegabilidade necessárias para o cumprimento da missão;
- Garantir a segurança de pessoas e a integridade de meios e equipamentos;

- Assegurar que todos os elementos adquiram as competências necessárias para o desempenho eficaz e responsável das funções definidas;
- Atingir continuamente melhores índices de desempenho;
- Desenvolver uma cultura de segurança e responsabilidade por parte de todas as pessoas envolvidas no SGQA, estimulando o seu envolvimento na inovação e melhoria [10].

O SGQA constitui-se como um sistema formado pelas entidades que visam garantir a qualidade na manutenção dos SA, a aeronavegabilidade dos SA e o assegurar das capacidades.

- As entidades relacionam-se conforme definido na organização da FA.
- No Sistema, cada uma destas entidades, interage e assume as funções de acordo com a estrutura apresentada na figura 4.



Figura 4 - Estrutura do SGQA da FA

O SGQA deverá ser substanciado documentalment, na extensão estritamente necessária, para assegurar uniformidade, transmissão de conhecimento, registo da informação relevante e transparência de todo o sistema. A estrutura hierárquica dos documentos, que substanciam o SGQA está definida na NQA.P001.001- Gestão Documental, figura 5.

Tipo de Documento	Abreviatura	Nível
Regulamento do SGQA	RSGQA	1
Mapa de Interação de Processos	MIP	2
Norma da Qualidade e Aeronavegabilidade	NQA	3
Procedimento da Qualidade e Aeronavegabilidade	PQA	4
Modelos do SGQA	SGQA.MOD	5



Figura 5 - Estrutura Documental

Na Secção 3 deste regulamento, está previsto um macroprocesso de suporte, que visa garantir a gestão dos recursos materiais na FA. Este macroprocesso – P006 Gerir Recursos Materiais – é composto por três Normas da Qualidade e Aeronavegabilidade descritas no ponto seguinte.

3.5.2. NORMAS DA QUALIDADE E AERONAVEGABILIDADE – NQA – P006 GERIR RECURSOS MATERIAIS

Estas normas referentes ao macroprocesso P006 Gerir Recursos Materiais, definem os intervenientes e suas responsabilidades, no Processo de Gestão Metrológica na Força Aérea, a fim de assegurar que os EMP utilizados, particularmente nas ações de Manutenção dos SA, se encontram nas devidas condições de utilização.

Estas normas aplicam-se a todos os EMP utilizados em ações de manutenção em aeronaves e seus sistemas, sistemas de armamento, equipamentos de voo e sobrevivência e simuladores de voo, bem como nos utilizados noutras atividades, mesmo que não relacionadas diretamente com os SA.

A NQA.P006.001 obriga, que os EMP tenham sempre uma etiqueta correspondente ao seu estado de funcionamento e calibração, avaliação essa feita pelo LEMP e que também contém o respetivo Código de Identificação do Equipamento (CIE) e data da próxima calibração. Quando se trata de EMP sujeitos a calibração periódica, as etiquetas podem ser:

- De cor branca figura 6 e 7, se após a calibração, o EMP foi considerado apto ao uso em toda a sua gama de trabalho;

- De cor amarela figura 8 e 9, se após a calibração, o EMP não foi considerado apto ao uso em toda a sua gama de trabalho, o que implica gamas de trabalho reduzidas ou a introdução de fatores de correção. Nesta situação, as limitações a que o EMP estará sujeito devem estar descritas no seu Certificado de Calibração (CC), como se pode constatar no anexo A.

Metrology Laboratory of the Portuguese Air Force - LEMP

ID:		WORK ORDER:	
P/N:		S/N:	
CERTIFIED BY:	CAL DATE:	CERTIFIED BY:	CAL DATE:
	CAL DUE DATE:		CAL DUE DATE:

Serra do Porto de Uno 2425-022 Monte Real - Portugal MOD LEMP 108

Figura 6 - MOD.LEMP.5.5-07/108 – Etiqueta grande de cor branca

Metrology Laboratory of the Portuguese Air Force - LEMP

CERTIFIED BY:	ID:	Work order:
	P/N:	S/N:
	CAL Date:	CAL Due Date:

Serra do Porto de Uno 2425-022 Monte Real - Portugal MOD LEMP 394

Figura 7 - MOD.LEMP.5.5-08/394 – Etiqueta pequena de cor branca

Metrology Laboratory of the Portuguese Air Force - LEMP

ID:		WORK ORDER:
P/N:		S/N:
CERTIFIED BY:	CAL DATE:	USER APPROVAL:
	CAL DUE DATE:	

Serra do Porto de Uno 2425-022 Monte Real - Portugal MOD LEMP 99

Figura 8 - MOD.LEMP 5.5-09/99 – Etiqueta grande de cor amarela



Figura 9 - MOD.LEMP 5.5-10/398 – Etiqueta pequena de cor amarela

Nas figuras 6, 7, 8 e 9 podem ver-se as etiquetas de cor branca MOD.LEMP 5.5-07 (108) e MOD.LEMP 5.5-08 (394) e as etiquetas de cor amarela MOD.LEMP 5.5-09 (99) e MOD.LEMP 5.5-10 (398). O que difere de um modelo para o outro, da mesma cor é o tamanho da etiqueta, sendo os diferentes tamanhos utilizados em equipamentos de dimensões diferentes.

A NQA.P006.003 define o processo de aceitação de um EMP, após a sua vinda do LEMP. Este processo refere que, após a calibração, o EMP tem de passar por um processo de aceitação, antes de ser dado como apto. A descrição do processo encontra-se na figura 10.

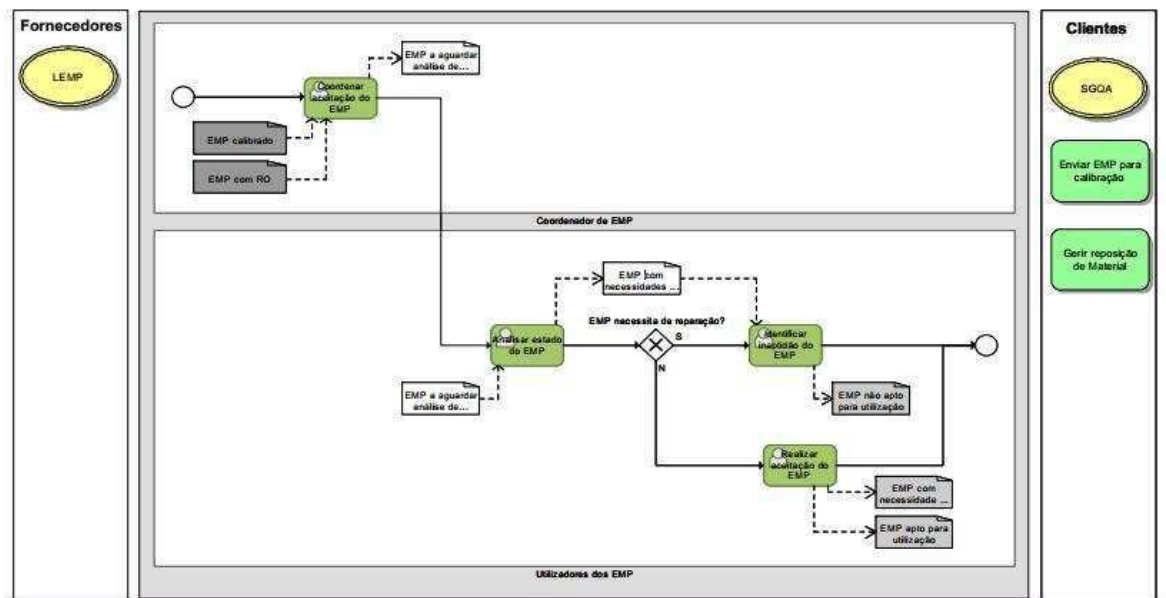


Figura 10 - Processo de Aceitação de EMP

Como se pode verificar neste processo, se o EMP cumprir com os requisitos necessários, o EMP é aceite pelo utilizador em função da aplicação prevista, através do protocolo de Aceitação/Não aceitação – SGQA.MOD.023 (anexo B) ficando a cargo do utilizador.

4. SISTEMAS DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO

4.1. ENTREPRISE RESOURCE PLANNING (ERP)

Geralmente numa empresa, são desenvolvidas várias aplicações de software para dar resposta aos diferentes departamentos. Desta medida, resulta uma informação fragmentada que pode originar problemas e fugas de informação.

Os ERP são sistemas de informação, que integram todos os dados e processos de uma organização num único sistema. De uma maneira geral, podemos definir um ERP como sendo um pacote de software, que permite a uma empresa/organização automatizar e integrar a maioria dos seus processos, compartilhar práticas e dados comuns através de toda a empresa e, também, produzir e aceder a informações em tempo real [11].

A integração poderá ser vista numa perspetiva funcional (sistemas de finanças, contabilidade, recursos humanos, marketing, vendas, compras, etc.) e, ainda, numa perspetiva sistemática, que pode ser definida como o sistema de processamento de transações, sistemas de informações essenciais, sistemas de apoio à decisão.

Na sua generalidade, um ERP é uma plataforma de software desenvolvida para integrar os diversos departamentos de uma empresa, permitindo armazenar e alimentar toda a informação da empresa. Os sistemas ERP possuem uma série de características que permitem uma forte distinção entre os sistemas de software mais comuns no mercado, tratando-se de pacotes de software, que visam resolver os grandes problemas que ocorrem no desenvolvimento de sistemas [11].

Com modelos padrão de processos de negócio, os ERP procuram contemplar os requisitos genéricos do maior número de empresas possível, isto para que tenham uma maior base de sustentabilidade no desenvolvimento. Para isso, torna-se necessário que incorporem modelos de processos acumulados pelas empresas fornecedoras, em processos repetidos de implementação.

Os ERP são, assim, sistemas integrados com duas vantagens base: a partilha de informação entre os módulos e o acesso instantâneo à informação.

A grande abrangência funcional é o princípio dos sistemas ERP, ou seja, abranger o máximo possível de funcionalidades e atender ao maior número possível de atividades dentro da empresa. Ainda assim, existe a necessidade de desenvolver novos pacotes, de acordo com as necessidades de cada organização.

Entre as mudanças mais palpáveis que um sistema de ERP proporciona a uma empresa está, sem dúvida, uma maior fiabilidade dos dados, que são monitorizados em tempo real, só conseguido com o auxílio e o empenho dos funcionários responsáveis por fazer a atualização sistemática dos dados, que alimentam toda a cadeia de módulos do ERP, possibilitando, assim, que a informação seja transversal aos módulos em tempo real [11].

A tomada de decisões ganha também, uma outra dinâmica, uma vez que com o ERP, todas as áreas da empresa são informadas, o que lhes permite prepararem-se de forma integrada para a nova decisão, com uma redução de tempo significativa, quando comparada com a ausência de um sistema ERP.

Com a capacidade de integração dos módulos, é possível diagnosticar as áreas, mais e menos eficientes, podendo assim, a empresa focar-se em processos que possam ter um melhor desempenho com a ajuda do sistema.

4.2. SISTEMA DE GESTÃO DA MANUTENÇÃO (SGM)

Um SGM é composto de uma ferramenta indispensável, definida como CMMS (Computerized Maintenance Management System). A implementação de uma ferramenta como esta numa organização, requer dedicação e espírito construtivo, principalmente se não há nenhum registo de gestão da manutenção, mesmo sem passar por qualquer plataforma informática [12].

Apesar de ser um poderoso apoio, é fundamental o envolvimento de todos os agentes na manutenção de um objetivo comum sobre as práticas a melhorar, o que em condições normais, vai levar a organização a um novo paradigma técnico e operacional. Sem essa contribuição essencial não existe um SGM sustentável, em virtude de a maior eficácia incidir mais na componente humana do que na plataforma de computação [13].

Num primeiro contacto com um programa de gestão de manutenção, não se tem a ideia da complexidade do mesmo, contudo, para atingir os principais objetivos existem alguns pontos chaves que devem ser evidenciados:

- Localizações – codificação e registo da estrutura de locais da organização;
- Classificação – codificação e registo da estrutura de nomenclaturas de negócio numa perspetiva corporativa;
- Ativos/Equipamentos – codificação e registo com especificidades técnicas;
- Gestão dos Trabalhos – definição dos vários tipos de ordens de trabalho, sejam elas planeadas ou não, com associação de possíveis tarefas e tempos de execução;
- Criticidade Técnica – definição dos vários níveis de criticidade técnica, sendo possível identificar o nível adequado de resposta a dar por parte da manutenção;
- Criticidade Operacional – com o mesmo objetivo da criticidade técnica, mas virado para a vertente operacional, ou seja, por exemplo um equipamento pode ter criticidade técnica elevada, mas no ponto de vista operacional é reduzido, daí que em caso de escolha, a capacidade de resposta da manutenção é para com a operacionalidade da infraestrutura;

- Materiais – codificação e organização dos materiais da manutenção, por forma a serem usados nas ações efetuadas e também para permitir uma gestão de stocks efetiva.
- Imputação de Trabalho – codificação e registo de todos os intervenientes técnicos e económicos na manutenção, seja a mão-de-obra, os clientes internos e externos, os centros de custo ou os armazéns, para evidenciar todas as trocas financeiras sob a forma de custeio;
- Análise de Dados – definição e apresentação dos principais indicadores chave de desempenho que permitam em tempo real saber o estado de todas as ações relacionadas com a manutenção;
- Modelo de Relatórios – codificação e desenvolvimento de relatórios associados à análise de dados, que são executados diretamente no sistema de gestão de manutenção. Todos os relatórios devem seguir uma codificação coerente e bem definida, assim como um modelo que permita evidenciar as diversas fases de desenvolvimento;
- Acompanhamento – sensibilização de todos os intervenientes para a plataforma informática, quer em formação em grupo quer no acompanhamento diário aos utilizadores do sistema de gestão da manutenção, por forma a serem identificados todos os pontos fortes e fracos e a partir deste ponto definir a melhor estratégia de melhoria;
- Interface – definido como o conjunto de meios estruturalmente dispostos, sejam eles físicos ou lógicos, com vista a permitir a adaptação entre dois sistemas, por exemplo, no caso do SGM existe uma associação com outros sistemas usados na Organização.

4.3. GESTÃO DE CALIBRAÇÕES

Os ERP têm enfrentado desafios ao expandir-se para novas áreas. Já foram escritos muitos artigos especificamente sobre se alguns dos módulos de gestão de manutenção dos ERP são suficientemente robustos para expulsar um CMMS construído para esse propósito [14].

Embora os módulos de gestão de manutenção nos ERP tenham melhorado, à calibração não foi, de modo geral, prestada a mesma atenção. Portanto, o processo de decisão para gestão de calibrações é único dos CMMS.

Com a flexibilidade das aplicações, é possível que muitos ERP prometam funcionalidades na área da metrologia, mas raramente essa funcionalidade vai mais longe do que uma caixa de seleção, com um único item para "Calibração". Essa solução parece perfeita para a redução do número total de aplicações utilizadas, porque melhora o fluxo de informação através da organização e reduz custos de suporte. O problema surge nos detalhes.

Mesmo para os melhores ERP, a funcionalidade "Calibração" é normalmente limitada a ser capaz de programar as ordens de serviço de calibração e registrar que elas aconteceram.

A função calibração não tem tido o desenvolvimento necessário, para que os sistemas de ERP possam fornecer a profundidade da funcionalidade disponível em soluções CCMS (Computerized Calibration Management System) existentes. Por esta razão, a maioria das empresas ainda vai precisar de manter um CCMS separado, a fim de satisfazer as necessidades de qualidade e conformidade em metrologia [14].

O propósito e valor da metrologia é assegurar que os instrumentos usados na manutenção continuam a fornecer a precisão exigida pelos processos definidos. Para atingir este fim, os metrologistas devem trabalhar com os colegas de outros departamentos, para estabelecer essas tolerâncias dos processos, determinar intervalos de calibração e tolerâncias de calibração para cada instrumento fundamental, para ajudá-los a determinar quando são necessários ajustes. Quando for necessária a calibração, o metrologista, primeiramente, determina o estado do instrumento, vê se ele requer um ajuste com base na tolerância de calibração. Se forem feitos ajustes, outra série de medições deverá ser executada em cada ponto de ajuste, para garantir que os mesmos foram bem sucedidos.

A área dentro da metrologia, onde os sistemas de ERP mais decepcionam é nesta recolha de dados de medição [14]. Ao contrário de um CCMS, dentro de um sistema ERP não há avisos quando uma medição está fora das tolerâncias, não sendo possível assim desencadear uma investigação com base nas leituras reais fora de tolerância. Conceitos mais sofisticados de dados de medição, tais como os níveis de tolerância assíncronos, tolerâncias padrão e cálculo das correspondências entre instrumento e unidades padrão estão completamente fora do alcance de um sistema ERP. Um pouco da funcionalidade de dados de medição pode ser alcançada, mas com uma alta quantidade de desenvolvimento personalizado na aplicação.

Dentro de um CCMS, são geralmente criados modelos de dados de medição para instrumentos similares, de modo que todos os pontos de ajuste e tolerâncias sejam previamente preenchidos, quando cada instrumento está a ser calibrado. Isso pode não só fornecer uma dramática economia de tempo quando se trata de realizar a calibração, mas também pode ajudar a garantir que os próprios dados de medição estão a ser seguidos de forma consistente e as partes interessadas aprovam as adequadas tolerâncias de processo. Esta relação entre os registos, a configurações de dados de medição e a aprovação dos procedimentos seria difícil, se não impossível num sistema ERP.

Outra área de preocupação dentro da maioria dos ERP é a gestão de padrões [14]. Sempre que a calibração é realizada, um padrão é utilizado para fornecer um valor conhecido para testar a unidade. O CCMS deve ser capaz de garantir não só que o padrão a ser utilizado foi calibrado com sucesso, mas também deve conseguir aplicar a norma correta de uso para o que está a ser medido e qual a precisão necessária. Se um problema com um padrão for detetado, é necessário determinar quais os instrumentos que foram calibrados com o mesmo, para executar a rastreabilidade, que é um requisito em alguns setores e uma boa prática em todos os lugares.

4.4. SOFTWARE DE GESTÃO MET/TRACK®

De forma a gerir os milhares de EMP da FA (cerca de 7000), o LEMP utiliza o software de gestão de ativos de calibração MET/TRACK da FLUKE.

Este software de gestão inclui uma base de dados para auxiliar o processo de calibração e nele é possível editar os dados de calibração, localização, manutenção e do cliente. Nas figuras 11 e 12, podem ver-se as janelas relativas aos dados de Inventário e de Calibração de uma chave de torque.

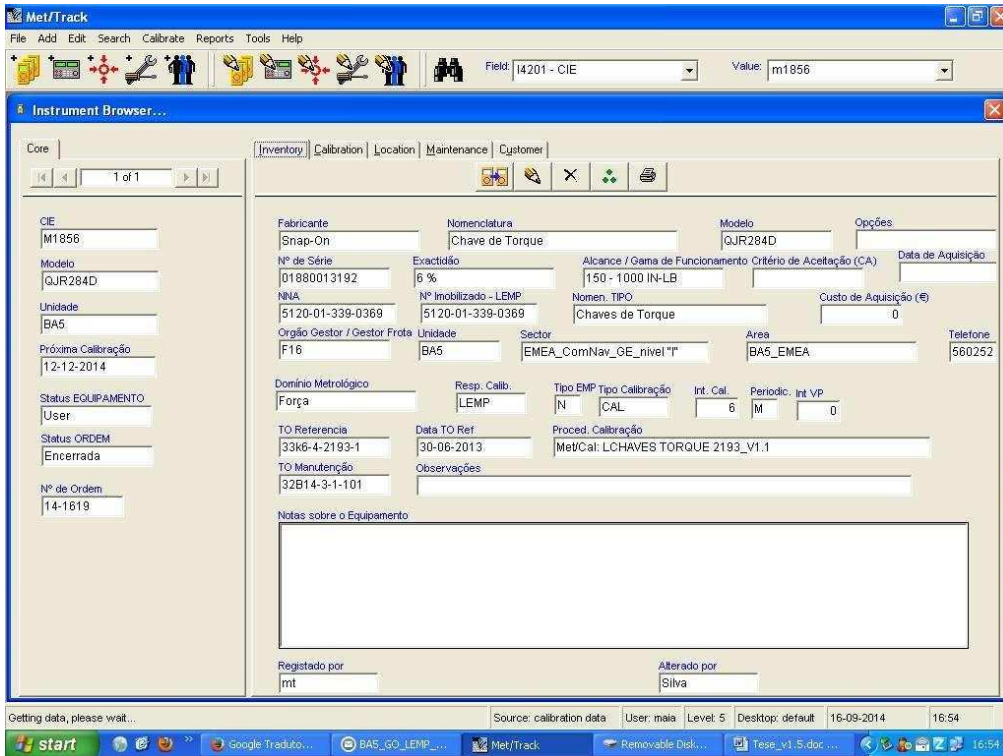


Figura 11 - Dados de Inventário MET/TRACK

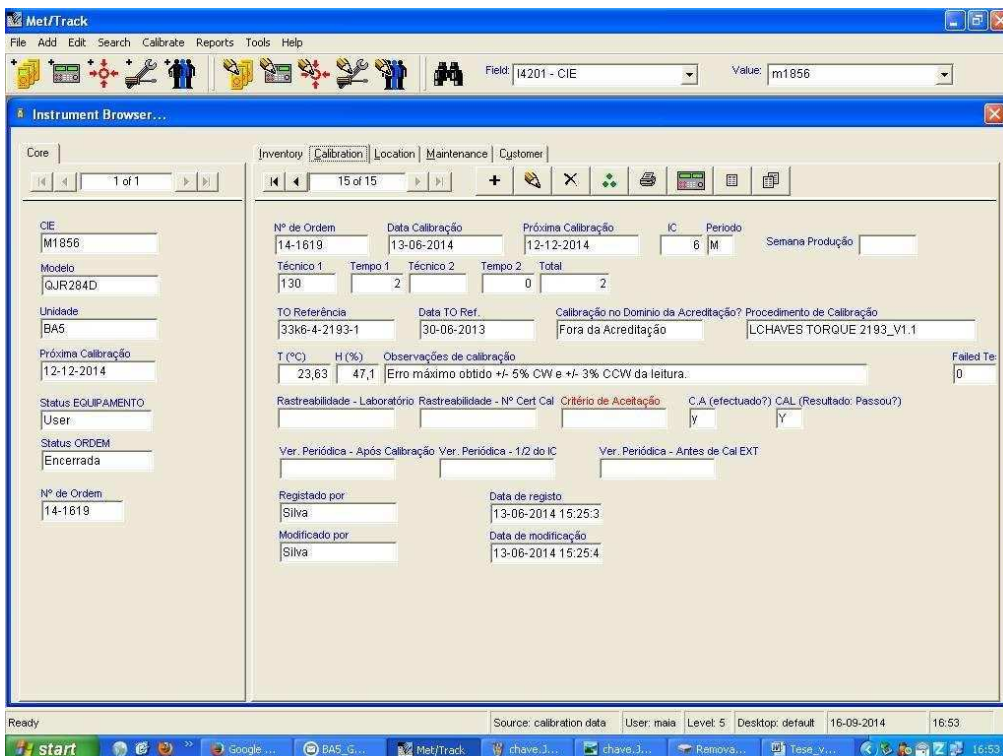


Figura 12 - Dados de Calibração MET/TRACK

É a partir desta base de dados que o LEMP produz as listagens em Microsoft Excel que publica na intranet, onde os utilizadores têm acesso ao estado de calibração dos EMP e através da qual os utilizadores da manutenção fazem o controlo do estado dos seus equipamentos.

5. ESTUDO DE CASO

O objetivo da parte prática deste trabalho foi verificar a gestão e o uso de EMP por parte da manutenção, com vista a melhorar processos da gestão, do registo e do uso adequado, em função das ações de manutenção a desempenhar.

Devido à complexidade de alguns dos EMP usados e à escassez de tempo, esta parte prática incidiu nas chaves de torque utilizadas na manutenção do F-16 visto que, este é provavelmente o EMP mais usado e de mais fácil verificação, da sua adaptação ao uso.

Na Manutenção da BA5 os EMP estão espalhados pelos diversos sectores das diferentes Esquadras de Manutenção:

- Esquadra de Manutenção Aérea;
- Esquadra de Manutenção Eletroavionica;
- Esquadra de Manutenção de Armamento e Equipamento;
- Aprontamento da Esquadra 201;

Para o estudo realizado e para uma maior representatividade dos dados recolhidos, foram realizadas visitas para verificar o uso das chaves de torque, em três das referidas esquadras, escolhidas aleatoriamente.

5.1. GESTÃO DE EMP NA MANUTENÇÃO DA BA5

Apesar de definido no novo NQA.P006.003 o processo de aceitação de um EMP após a sua vinda do LEMP, foi feito um levantamento do real processo da gestão e aceitação dos equipamentos atualmente usados pela manutenção da BA5.

Do apurado junto dos diversos responsáveis de EMP nas diversas áreas da manutenção, não existia um procedimento tipificado para entrega e levantamento dos EMP no LEMP, como também não é feito qualquer tipo de aceitação do equipamento ao uso.

Os equipamentos são entregues e levantados no LEMP sempre que um dos responsáveis se deslocava ao mesmo, não existindo planeamento por parte dos utilizadores. A entrega e levantamento dos EMP era facilmente assegurada através da proximidade com as esquadras e assim, sempre que um equipamento acabava o período de calibração era entregue no LEMP, como é possível verificar através da figura 13. Através do Met/Track era possível verificar se existiam equipamentos calibrados e prontos a ser levantados pela área em questão.

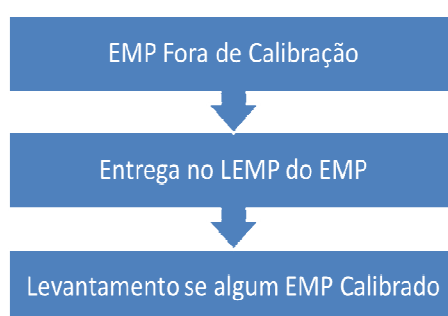


Figura 13 - Processo Real de Gestão do EMP na Manutenção da BA5

Das diversas conversas com os responsáveis das áreas foi também perceptível que cada uma das áreas controla os seus equipamentos através das suas próprias folhas de excel, geridas pelas próprias.

Como esta gestão por parte dos gestores/utilizadores de EMP na manutenção da BA5 e da FA era já uma perceção do autor, devido à sua experiência como responsável do LEMP. Foi então proposto executar uma melhoria no sistema de gestão metrológico da FA.

5.2. MELHORIA DA GESTÃO DE EMP NA FA

Como é dito no capítulo 4.5 toda a gestão de EMP na FA é feita pelo LEMP com a ajuda do software Met/Track, assim com o apoio da DEP, durante o 1º semestre de 2014 e no âmbito de um projeto LEAN 6 Sigma do laboratório (+LEMP). Desta dissertação, foram levadas a cabo diversas alterações no processo metrológico da FA, com o intuito de o melhorar.

A primeira medida para ajudar à gestão de EMP foi a criação de um Portal da Metrologia (figura 14), em que os utilizadores de EMP na FA têm acesso a diversa informação comum e indispensável, tal como regulamentação metrológica, base de dados, etc.



Figura 14 - Portal da Metrologia

A base de dados Met/Track, para gestão de EMP da FA foi exportada para access e excel, sendo agora possível a todos os gestores de EMP da FA terem acesso aos diversos estados em que os seus equipamentos se encontram através de filtros criados para o efeito, como é possível verificar através da figura 15. Neste portal também é disponibilizada aos gestores uma listagem, cujos EMP necessitam de nova calibração dentro de 28 dias.

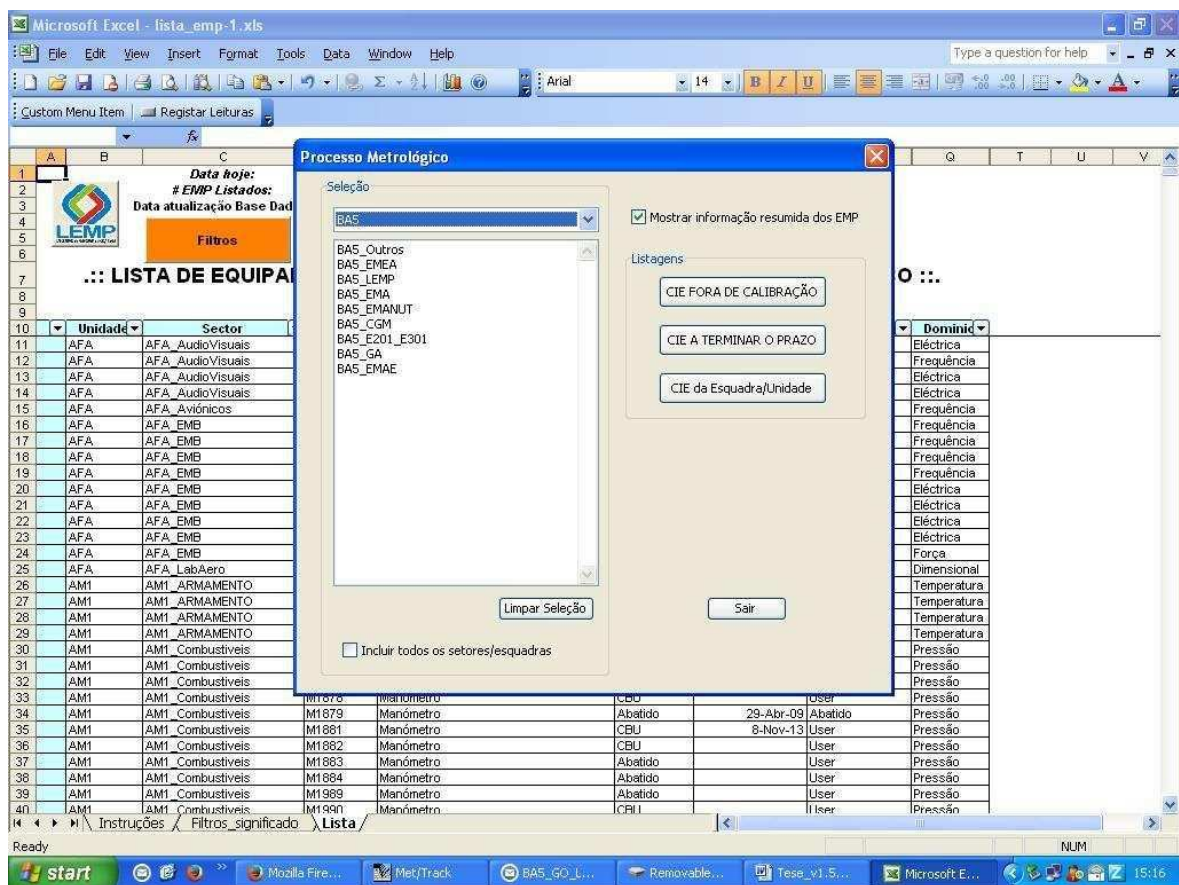


Figura 15 - Base de Dados

Contudo, a forma e conteúdo da base de dados dos EMP sujeitos a controlo metrológico que se encontra disponível aos utilizadores é consideravelmente diferente da que o LEMP tem acesso através do Met/Track.

Apesar da informação considerada mais importante se encontrar refletida na base de dados que se encontra no portal, foi considerado pelo laboratório que a melhor maneira seria fazer chegar a informação sobre os EMP aos gestores/utilizadores, assim através de uma

aplicação em access, foi implementado o envio todas as semanas de um e-mail interno como se pode ver na figura 16, para todos os gestores/utilizadores de EMP, com a informação considerada mais pertinente:

- Equipamentos a levantar no LEMP;
- Data de calibração a expirar a 28 dias;
- Data de calibração expirada;
- Data de calibração desconhecida.

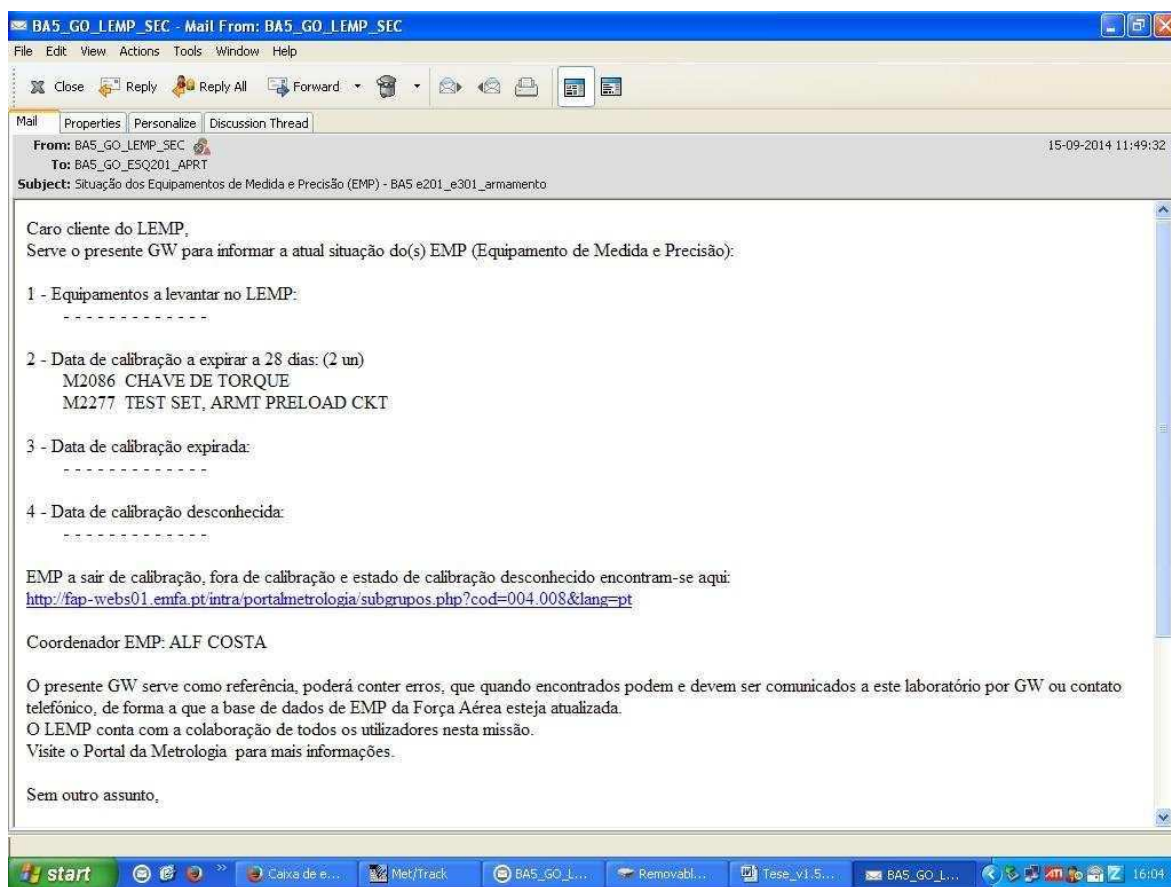


Figura 16 - Exemplo de e-mail interno enviado aos gestores/utilizadores de EMP

Apesar do envio do e-mail com a informação para os gestores/utilizadores de EMP se encontrar agilizado através da aplicação informática ele não é automático e necessita de ser acionado por um elemento do LEMP, enviando os e-mails um a um.

Porém ainda não é possível fazer uma avaliação completa destas alterações. Foi possível verificar que depois da implementação do envio do e-mail interno, o feedback dos gestores/utilizadores relativamente ao estado dos equipamentos aumentou significativamente, ajudando assim a manter a base de dados o mais atualizada possível e de forma célere.

Outra das melhorias implementadas foi a assinatura digital dos certificados de calibração emitidos pelo LEMP, uma alteração que foi executada utilizando apenas um software livre *JSigndf*, e a assinatura digital presente no cartão de cidadão do responsável técnico do LEMP, utilizando um teclado com leitor de cartões. Esta alteração permitiu que todos os certificados de calibração deixassem de ser impressos, sendo disponibilizados aos gestores/utilizadores no portal da metrologia (figura 14), evitando-se deste modo perda de certificados e facilidade de acesso aos mesmos.

5.3. APTIDÃO DAS CHAVES DE TORQUE AO USO

Os procedimentos técnicos utilizados pelo LEMP para calibrar os EMP são baseados na (TO) 33K-1-100-2 da USAF. Este documento é a base dos procedimentos de calibração, existindo para cada tipo de equipamento uma TO com os procedimentos de calibração a serem executados e onde também estão especificados os critérios de aceitação utilizados. É através dessas especificações que o LEMP, como entidade gestora dos EMP da FA, faz a avaliação dos resultados das calibrações colocando nos equipamentos as etiquetas brancas ou amarelas referidas no subcapítulo 3.5.2..

Estes critérios de aceitação são baseados nas especificações do fabricante e conhecimento da USAF e são transversais a cada família de equipamentos.

A título exemplificativo, o procedimento técnico de calibração das chaves de torque TO 33K6-4-2193-1 indica que deverão ser feitas leituras aos 20%, 60% e 100% da *full scale* (FS) e o seu critério de aceitação específica que o erro não pode ultrapassar +/- 6% do valor aplicado. Como se pode verificar pelo anexo C (Certificado de calibração) e figura 17 se uma chave de torque com uma determinada gama for calibrada a 200 in.lb e o seu erro for inferior a +/- 6% a mesma sai do LEMP, com uma etiqueta de cor branca de aptidão ao uso.



Figura 17 - Chave de torque apta ao uso

Se uma chave de torque com uma determinada gama for calibrada a 200 in.lb e o seu erro for superior a +/- 6% a mesma sai do LEMP com uma etiqueta de cor amarela, revelando limitações no seu uso como se pode verificar pela figura 18 e anexo A (Certificado de calibração).



Figura 18 - Chave de torque com limitações

O facto de um EMP ser calibrado e cumprir com as especificações da TO não significa que ele deva ser dado como apto ao uso, uma vez que ao definir critérios de aceitação para os EMP, devemos ter sempre em consideração o uso que lhe vai ser dado e a exatidão que é exigida pela função a desempenhar.

Consequentemente, fomos verificar se o critério de aceitação de +/- 6% definido na TO geral para calibrações de chave de torque e utilizado pelo LEMP é um critério comum às diversas ações de manutenção executadas na manutenção que usam a chave de torque como ferramenta, tal como na figura 19.



Figura 19 - Mecânico a executar ação de manutenção com chave de torque

A tabela 1 é uma versão resumida do anexo D, na medida em que apenas contém os dados relativos às gamas de operação das vinte e cinco ações de manutenção que o autor presenciou e viu as mesmas a serem executadas.

Tabela 1 – Dados relativos às gamas de operação de ações de manutenção presenciados

Torque indicado na T.O.		Valor Intermédio	Unidades	Tolerância T.O. (+/-)		Etiqueta
Min	Máx			Nominal	Absoluta	
275	275	275	in.lb	0	0,0%	Branca
35	35	35	in.lb	0	0,0%	Branca
800	1050	925	in.pounds	125	13,5%	Branca
100	200	150	in.pounds	50	33,3%	Branca
120	160	140	in.pounds	20	14,3%	Branca
180	240	210	in.pounds	30	14,3%	Branca
250	280	265	foot.pounds	15	5,7%	Branca
135	165	150	foot.pounds	15	10,0%	Branca
60	80	70	in.pounds	10	14,3%	Branca
600	650	625	in.pounds	25	4,0%	Branca
10	20	15	in.pounds	5	33,3%	Branca
300	420	360	in.pounds	60	16,7%	Branca

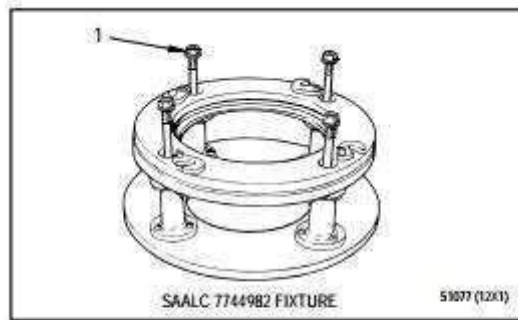
660	780	720	in.lb	60	8,3%	Branca
275	325	300	in.lb	25	8,3%	Branca
336	364	350	in.lb	14	4,0%	Branca
336	364	350	in.lb	14	4,0%	Branca
144	156	150	in.lb	6	4,0%	Branca
300	400	350	in.pounds	50	14,3%	Branca
75	100	87,5	in.pounds	12,5	14,3%	Branca
40	60	50	in.pounds	10	20,0%	Branca
86	106	96	in.pounds	10	10,4%	Branca
200	240	220	in.pounds	20	9,1%	Branca
300	360	330	in.pounds	30	9,1%	Branca
48	53	50,5	in.pounds	2,5	5,0%	Amarela
55	75	65	in.pounds	10	15,4%	Amarela

Da análise dos dados desta tabela, composta por vinte e cinco requisitos de diversas ações de manutenção, é de notar que nos dois primeiros não existe qualquer tolerância para o torque aplicado na TO, há no entanto outras seis ações de manutenção cuja tolerância é mais restritiva que o critério de aceitação genérico usado pelo LEMP para as chaves de torque. Isto significa que, atualmente, podem existir chaves de torque que estejam a ser dadas como aptas ao uso e no entanto não cumprem os requisitos previstos na TO de manutenção.

Se excluirmos as duas primeiras ações de manutenção, encontramos seis requisitos que não estão a ser cumpridos em vinte e três ações de manutenção, tendo aproximadamente uma percentagem de 26% de ações de manutenção que poderão estar a ser executadas com torques errados.

Em todas as áreas visitadas na manutenção da BA5, o autor verificou a pouca aptidão dos técnicos de manutenção para realizar uma análise crítica ao certificado de calibração e talvez por isso apenas em duas das vinte e cinco ações de manutenções presenciadas foram utilizadas chaves com etiqueta amarela, apesar de nas diversas secções existirem chaves de torque com a etiqueta amarela, que poderiam estar aptas ao uso.

Na figura 20 está um exemplo de como são impostos os limites de tolerância nas TO de manutenção, como se pode verificar não existe um valor fixo +/- uma tolerância, mas sim um intervalo de valores de torque a aplicar. Foi constatado que os técnicos de manutenção colocam sempre que possível o valor de torque, no meio do intervalo de valores referido.



1. Nut-0.500 inch x 13, 4 places.
Torque 600 to 650 pound-inches.

SAALC 7744982 Fixture-Nut Torque

Figura 20 - Exemplo de tolerâncias para ação de manutenção numa TO [15]

Na tabela 2 encontra-se outra versão resumida do anexo D, na medida em que contém dados relativos às gamas de operação de quarenta ações de manutenção que o autor não viu serem executadas, mas que resultaram de uma leitura atenta de diversas TO e dos valores de torque indicados nas mesmas (figura 21) para realizar ações de manutenção com chaves de torque.

Tabela 2 - Dados relativos às gamas de operação de ações de manutenção

Torque indicado na T.O.		Valor Intermédio	Unidades	Tolerância T.O. (+/-)	
Min	Máx			Nominal	Absoluta
600	650	625	in.pounds	25	4,0%
250	270	260	in.pounds	10	3,8%
23	27	25	in.pounds	2	8,0%
10	12	11	in.pounds	1	9,1%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
70	75	72,5	in.pounds	2,5	3,4%
150	160	155	in.pounds	5	3,2%
165	190	177,5	in.pounds	12,5	7,0%
15	20	17,5	in.pounds	2,5	14,3%
36	40	38	in.pounds	2	5,3%
235	245	240	in.pounds	5	2,1%
82	92	87	in.pounds	5	5,7%
2750	3000	2875	in.pounds	125	4,3%
1200	1300	1250	in.pounds	50	4,0%
80	90	85	in.pounds	5	5,9%
160	170	165	in.pounds	5	3,0%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
20	26	23	in.pounds	3	13,0%

65	75	70	in.pounds	5	7,1%
90	100	95	in.pounds	5	5,3%
130	140	135	in.pounds	5	3,7%
340	375	357,5	in.pounds	17,5	4,9%
23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
62	72	67	in.pounds	5	7,5%
23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
425	475	450	in.pounds	25	5,6%
475	525	500	in.pounds	25	5,0%
145	155	150	in.pounds	5	3,3%
75	80	77,5	in.pounds	2,5	3,2%
32	36	34	in.pounds	2	5,9%
27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
23	27	25	in.pounds	2	8,0%
225	235	230	in.pounds	5	2,2%
82	92	87	in.pounds	5	5,7%

Assim, pela análise dos dados desta tabela, composta por quarenta requisitos de diversas ações de manutenção, existem vinte e nove ações de manutenção, cuja tolerância é mais restritiva que o critério de aceitação genérico usado pelo LEMP para as chaves de torque, tendo aproximadamente uma percentagem de 72,5% de ações de manutenção que poderão estar a ser executas com torques errados.

A evidente constatação do facto que o critério de aceitação presente na TO geral, não é o indicado para as ações de manutenção a executar, e que o uso destas chaves de torque fora das especificações, pode ter impacto na manutenção.

De forma a obter um impacto imediato neste problema, foi considerado pelos responsáveis do LEMP nos quais se inclui o autor, que a melhor solução seria reduzir de imediato o critério de aceitação de todas as chaves de torque para +/- 2%. Deste modo, todas as chaves de torque que ultrapassem este critério de aceitação saem do LEMP com uma etiqueta amarela, indicando assim que a mesma poderá ter limitações ao uso.

Neste ponto, torna-se importante referir que muitas das chaves com etiqueta branca aquando do critério de aceitação +/- 6%, se encontram dentro do novo critério de aceitação

+/- 2%, podendo daí resultar informação importante, referente às potenciais não conformidades que possam estar a ser feitas na manutenção.

5.4. REGISTO DOS DADOS DE MANUTENÇÃO

Decorrente de qualquer manutenção é essencial, para toda a organização, que seja realizado o registo das ações intervencionadas em cada aeronave. Dados como o que foi executado, por quem, quando, tempos de execução, entre outros, revestem -se de extrema importância. Os dados estatísticos obtidos podem, inclusivamente, auxiliar no planeamento das anomalias inopinadas que ocorrem mais frequentemente.

O SIAGFA – Módulo de Gestão da Manutenção (MGM), é a aplicação pertencente à Logística cuja função é registar, validar e certificar ações de manutenção, controlar potenciais dos componentes instalados nos SA e manter um registo histórico de todas estas ações. Na figura 21, podemos ver a máscara do programa, com as aplicações da área Logística.

O registo das ações de manutenção tem início com a abertura de obra no SIAGFA, sendo nesta obra que se vão registar as cartas de trabalho executadas durante, por exemplo, uma Inspeção de Fase.

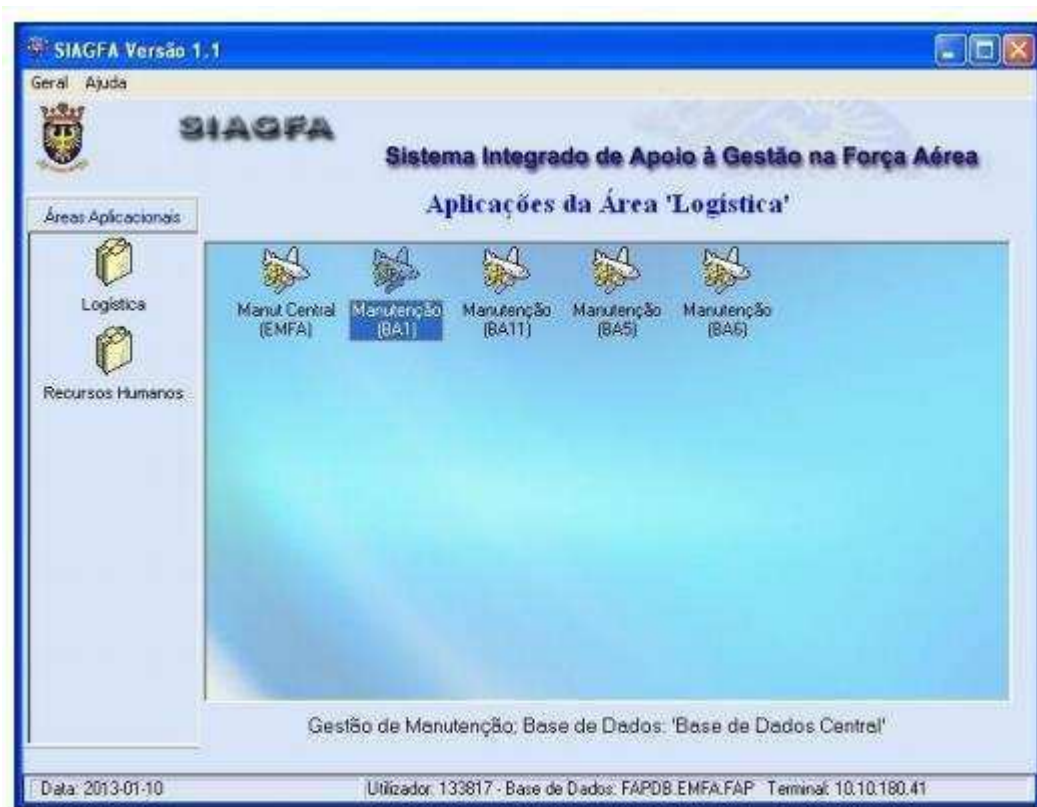


Figura 21 - Módulo de Gestão da Manutenção da FA

No entanto, do registo histórico dessas ações de manutenção, não consta nenhuma informação relativa aos EMP, utilizados o que impossibilita as entidades gestoras de ter acesso a um histórico das ações de manutenção efetuadas por um determinado EMP – condição essencial para poder avaliar a validade do trabalho executado por um EMP, quando é encontrado não conforme e efetuar as correções necessárias (conforme 7.6 da AS9100, e 8.3.3 da ISO 10012).

Quando uma determinada ação de manutenção é registada no MGM, não existe um campo específico para inserção do CIE do EMP utilizado. No entanto, verifica-se que alguns utilizadores inserem o CIE num campo destinado a colocar referências técnicas (figura 22).

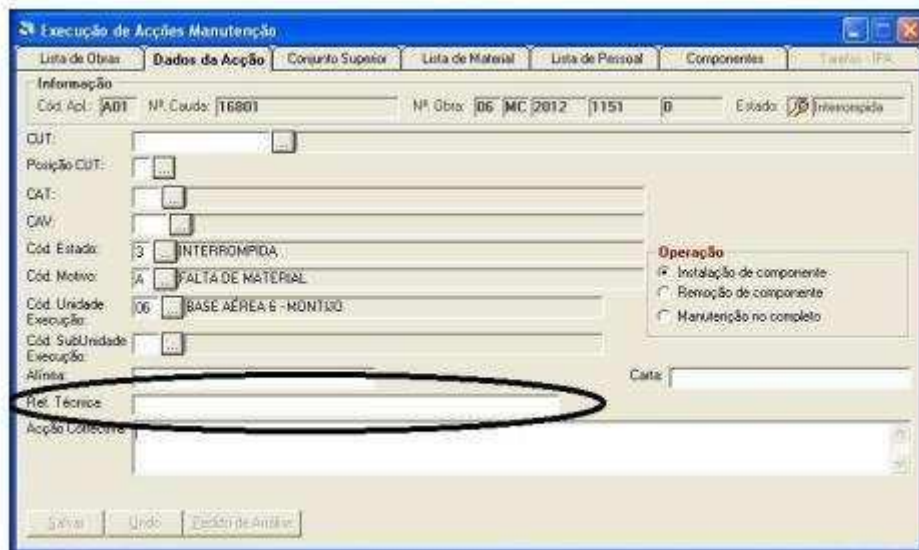


Figura 22 - Execução de ação de manutenção no MGM

No entanto, este procedimento não facilita em nada a tarefa das entidades gestoras, porque nem o campo é de preenchimento obrigatório, nem a totalidade dos utilizadores o preenchem. Mesmo que esse campo fosse preenchido, como é de introdução de texto, a obtenção do histórico dos EMP teria de ser feita pesquisando obra a obra, o que seria uma tarefa muito demorada.

5.4.1. REGISTO DOS DADOS DE MANUTENÇÃO NA BA5

Durante a visita realizada às diversas áreas o autor verificou que em algumas delas e não em todas, era efetuado um registo (anexo E) do torque dado em ações de manutenção (figura 23).

No que concerne ao registo de torques, o procedimento refere que o mecânico de manutenção é responsável por:

“(4) Registrar o Torque dado no modelo SQmod45 (anexo E) Registo de Torques.”

Como se pode verificar no registo recolhido (anexo E), encontram-se espaços para preencher o código do equipamento CIE, a data, nomenclatura, modelo, número de série do equipamento, torque dado e rubrica e carimbo do inspetor da manutenção.

Verificou-se que nas diferentes áreas da manutenção, os registos são preenchidos de forma diferente, sendo este um registo existente por chave de torque, é possível verificar pelas figuras 23 e 24, que num dos registos está o modelo e número de série do conjunto superior, no caso da figura 24, onde foi dito que apenas era registado o torque mais elevado dado por aquela chave de torque durante a totalidade da ação de manutenção, no outro registo está o numero de cauda do avião, a nomenclatura da ação efetuada com o torque dado.

Com a existência deste registo, que inclui a data com as ações executadas por determinado EMP que possa encontrar-se em estado não conforme, poderá haver a possibilidade de efetuar o rastreamento das ações efetuadas pelo EMP desde a última calibração válida, procedimento conhecido em logística como *recall* de produto. Para tal será necessário que a ação de manutenção tenha sido inserida no MGM, na data correta e deverá ser um processo muito moroso e com uma necessidade elevada de recursos humanos na análise dos dados registados nos diferentes sítios.

Para resolver alguns dos problemas detetados na manutenção da BA5, foram propostas alterações ao procedimento interno da Secção da Qualidade e à folha de registos existente, bem como ações de formação em Metrologia, a serem ministradas pelo LEMP no âmbito dos Dias de Atividades Complementares (DAC), a todos os envolvidos na manutenção da BA5.

5.5. SOLUÇÃO INTEGRADA

No contexto atual da FA, e como foi demonstrado, não é possível rastrear automaticamente e através do MGM as ações de manutenção que os EMP executaram, não sendo assim possível verificar se o EMP utilizado estava apto ao uso. Este processo de rastreamento, conhecido em logística como *recall* de produto, deve ser implementado e consiste na consulta do histórico das ações executadas pelo EMP, avaliação da não conformidade e consequente decisão, acerca das correções a efetuar.

Este processo de *recall* poderá ser criado no módulo de gestão da manutenção da FA (MGM), como solução integrada no ERP – SIAGFA ou através da aquisição de um software CCMS. Pretende-se que seja um processo célere e que envolva todos os EMP calibrados no LEMP ou numa entidade externa.

Através da incorporação do máximo de funcionalidades disponíveis, a implementação deste processo pode agilizar significativamente o fluxo de trabalho da manutenção e da validação da gestão de ativos como os EMP.

O fluxo atual implica uma notificação “verbal” aos utilizadores finais, de que um EMP está a ficar com o intervalo de calibração vencido. Isso leva tempo e recursos significativos para o notificar primeiro e depois verificar a disponibilidade dos seus EMP, para concluir as ações de manutenção antes do envio para calibração.

Neste novo sistema deverá ser possível a configuração para notificar automaticamente os grupos de gestores/utilizadores finais alvo em intervalos específicos de antecedência da data de vencimento. Se a manutenção, validação e qualidade são utilizadores do mesmo sistema fechado, estas notificações são melhor tratadas dentro desse sistema, uma vez que procedimentos que envolvem notificações por e-mail são bastante difíceis de validar.

O Software desenvolvido para a gestão de calibrações deverá indicar que os padrões utilizados foram os apropriados para o trabalho e garantir que o padrão utilizado foi ele próprio devidamente calibrado. Atualmente este tipo de validação apenas é possível ser verificada no LEMP através do seu software Met/Track e não está acessível à manutenção.

Este novo software deverá oferecer algo que o sistema atual não consegue: um “feedback” imediato sobre as medições. Medições que estão fora da tolerância são imediatamente encontradas. Se existe um erro de leitura, pode rapidamente ser corrigido. Em casos mais graves, quando a leitura do EMP indica um problema com o instrumento, a correção pode começar imediatamente com notificações enviadas automaticamente, para todas as partes envolvidas.

Com o sistema atual, os registos podem satisfazer algumas das exigências regulamentares e podem fornecer evidências de que uma determinada calibração foi realizada. Contudo, a recuperação da informação é difícil. Em CCMS bem desenhados, realizar uma rastreabilidade inversa para um determinado padrão ao longo de um período de tempo específico, é um processo rápido e fácil.

Com o aumento da pressão para melhorar a produtividade e reduzir os custos sem afetar o cumprimento da missão, as organizações vão além da recolha de dados de medição e rastreabilidade inversa, procurando novas maneiras de melhorar o armazenamento de dados. Estudando o histórico de calibrações acumuladas, as oportunidades de redução de custos pode-se tornar evidente. Através de uma análise dos dados podem surgir oportunidades para ajustar a frequência de calibrações, para obter maior eficiência. Tais intervalos e análises de tendência deverão estar incluídos em reports automáticos no novo software.

Este tipo de procedimento reveste-se de uma importância fulcral pelo impacto que pode ter nas condições de aeronavegabilidade dos SA, no entanto, sem meios que possibilitem a consulta das ações executadas pelo EMP, não é possível ser implementado.

Urge por isso implementar este procedimento, de forma a identificar inequivocamente quais os componentes que foram intervencionados por cada EMP não conforme e ainda criar condições para que a consulta desse histórico de ações efetuadas pelos EMP seja uma realidade.

6. CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES GERAIS

A principal conclusão deste trabalho, é que atualmente a FA não garante que os EMP utilizados nas ações de manutenção dos seus SA, estejam aptos a assegurar as condições necessárias de aeronavegabilidade, exigidas para o cumprimento da sua missão.

Esta eventual não aptidão ao uso por parte dos EMP ocorre, porque os critérios de aceitação vigentes são genéricos em vez de serem baseados na função a desempenhar, algo que, como ficou demonstrado, é exigido por várias Normas Internacionais.

Outra conclusão evidente, que também pode ter um impacto negativo nas condições de aeronavegabilidade exigidas para o cumprimento da sua missão, é o facto de não estar contemplado na Regulamentação Interna um processo de *recall*, que permita fazer as correções necessárias ao trabalho executado por EMP e dos quais haja alguma suspeita de não conformidade – algo também exigido pelas mesmas Normas Internacionais.

A resolução desta situação passará, tal como foi proposto, pelo desenvolvimento de um sistema de informação integrado no SIAGFA ou a aquisição de um CCMS dedicado à gestão deste tipo de equipamentos. Esta ferramenta representaria um ganho significativo na

garantia da aeronavegabilidade dos SA, permitindo saber quais os componentes que foram intervencionados por um EMP, que se apresente fora do critério de aceitação definido.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

Face ao que foi identificado neste trabalho, e visto que a FA não possui neste momento as ferramentas necessárias para se proceder à clara identificação das ações de manutenção em que determinado EMP foi utilizado, comprometendo como foi descrito a aeronavegabilidade dos SA, sugere-se que seja desenvolvida uma ferramenta informática integrada no SIAGFA que permita a gestão dos EMP, quer a nível das calibrações, quer a nível das ações de manutenção em que são utilizados. O desenvolvimento desta ferramenta reveste-se de uma importância crucial para a correta implementação de um procedimento de *recall* do produto, pelo que não é exequível avançar para a implementação de tal procedimento, se não existir a ferramenta que o permita operacionalizar.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Força Aérea Portuguesa. Consultado em agosto de 2014. www.emfa.pt
- [2] Manual da Qualidade do LEMP, Capítulo 2 – Apresentação do Laboratório Ed3, 2014.
- [3] **Florio, F. de.** *Airworthiness - An Intro. to Aircraft Certification*. s.l. : Elsevier, 2011.
- [4] *Military Airworthiness*. European Defense Agency, Bruxelas : 2013.
- [5] *European Military Airworthiness Requirement EMAR 145 Requirements for Maintenance Organisations*. Military Airworthiness Authorities Forum, 25Set2012.
- [6] *European Military Airworthiness Requirement EMAR 145 Section A AMC & GM Requirements for Maintenance Organisations..* Military Airworthiness Authorities Forum, 25Set2012.
- [7] AS 9100:2009, Rev. C. Quality Management Systems - Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations, (2009).
- [8] NP EN ISO/IEC 17025:2005 – Requisitos gerais de competência para laboratórios de ensaio e calibração
- [9] NP EN ISO 10012:2003 – Sistemas de gestão da medição – Requisitos para processo de medição e equipamento de medição
- [10] RFA 400-1 Regulamento Do Sistema De Gestão Da Qualidade E Aeronavegabilidade
- [11] C. Sousa (2004), “ Enterprise Resource Planning“, ISMAG
- [12] **Durán, O. (2011).** *Computer-aided maintenance management systems selection based on a fuzzy AHP approach. Advances in Engineering Software , 42(10), 821-829.*
- [13] **Valesko, S. (2010).** CMMS increases efficiency, cutsdowntime. *The National Provisioner*, 224(3), 20-23.

[14] **Bryce Johannes (2009)**. *Calibration Management and your ERP: have the best of both worlds*. Presented at Reliability 2.0, Las Vegas.

[15] T.O. 2J-F100-13-6 (SWP 322 01) – *Technical Manual, Maintenance Instructions, Depot Inlet/Fan Module Aircraft Engine USAF*.

8. ANEXOS

Anexo A



LABORATÓRIO de METROLOGIA da FORÇA AÉREA
BASE AÉREA Nº 5

Certificado de Calibração

Número de Certificado: **14-1467** Referência (CIE): **M2741** Data: **21-Mai-2014**

CLIENTE

CLIENTE (UNIDADE): BA5 SETOR: EMEA_Avionicos
NOME DO CLIENTE: Base Aérea Nº5
MORADA DO CLIENTE: Serra do Porto de Urso 2425-022 Monte Real

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

NOMENCLATURA: Chave de Torque
FABRICANTE: UTICA
MODELO (P/N): CH150
NÚMERO de SÉRIE: FA05020021
NNA: 5120-00-427-6021

DADOS CALIBRAÇÃO

CONDIÇÕES AMBIENTAIS TEMP: 23,30 °C HUMI. REL. 51 %
PUBLICAÇÃO DE REFERÊNCIA: 33K6-4-2193-1 DATA PUBL. REF: 30-06-2013
PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: LCHAVES TORQUE 2193_V1.1
DATA DE CALIBRAÇÃO: **21-Mai-2014** DATA PRÓXIMA CALIBRAÇÃO **19-Set-2014**

EQUIPAMENTOS PADRÃO UTILIZADOS

CIE	Descrição de Standard	Data CAL	Data Prox. CAL
ML381	SNAP-ON TTC400 Torque Multiple Transducer	30-04-2014	30-10-2014

OBSERVAÇÕES

Erro máximo obtido +/- 6% CW e CCW da leitura. Em CCW utilizar a partir de 90 In.Lbs.

A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada por um factor de expansão k=k' o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02. A estabilidade a longo prazo do equipamento não foi considerada.

Técnico de Calibração

N. Silva - 1CAB/MELIAV

Nº: 130

P/
Responsável Técnico

Digitally signed by MARCO ALLEGRO BARNSTORF
Date: 2014.05.21 15:35:16 BST
Location: LEMP - BA5

Duarte Maia - TEN / TMMA

RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

Número de Certificado: 14-1467

<u>Descrição do teste</u>	<u>Valor Aplicado</u>	<u>Valor Lido</u>	<u>Units</u>	<u>Erro Relativo</u>	<u>Incerteza</u>	<u>Avaliação</u>
CW ROTATION						
Leitura a 20%FS 30 inLbs		28.381	inLbs	-5.70	%	inLbs Pass
30 inLbs		28.657	inLbs	-4.68	%	inLbs Pass
30 inLbs		28.498	inLbs	-5.27	%	inLbs Pass
30 inLbs		28.689	inLbs	-4.56	%	inLbs Pass
30 inLbs		28.625	inLbs	-4.80	%	inLbs Pass
Leitura a 60 % FS 90 inLbs		91.882	inLbs	2.048	%	inLbs Pass
90 inLbs		92.897	inLbs	3.118	%	inLbs Pass
90 inLbs		93.28	inLbs	3.516	%	inLbs Pass
90 inLbs		93.077	inLbs	3.305	%	inLbs Pass
90 inLbs		94.092	inLbs	4.348	%	inLbs Pass
Leitura a 100 % FS 150 inLbs		149.37	inLbs	-0.42	%	inLbs Pass
150 inLbs		158.77	inLbs	5.523	%	inLbs Pass
150 inLbs		159.54	inLbs	5.979	%	inLbs Pass
150 inLbs		158.35	inLbs	5.273	%	inLbs Pass
150 inLbs		157.33	inLbs	4.659	%	inLbs Pass
CCW ROTATION						
Leitura a 20 % FS -30 inLbs		-27.221	inLbs	-10.2	%	inLbs Fail
-30 inLbs		-27.555	inLbs	-8.87	%	inLbs Fail
-30 inLbs		-27.68	inLbs	-8.38	%	inLbs Fail
-30 inLbs		-27.558	inLbs	-8.86	%	inLbs Fail
-30 inLbs		-27.343	inLbs	-9.71	%	inLbs Fail
Leitura a 60 % FS -90 inLbs		-92.602	inLbs	2.809	%	inLbs Pass

RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

Número de Certificado: 14-1467

<u>Descrição do teste</u>	<u>Valor Aplicado</u>	<u>Valor Lido</u>	<u>Units</u>	<u>Erro Relativo</u>		<u>Incerteza</u>	<u>Avaliação</u>
-90 inLbs		-92.377	inLbs	2.573	%		inLbs Pass
-90 inLbs		-93.597	inLbs	3.843	%		inLbs Pass
-90 inLbs		-92.015	inLbs	2.189	%		inLbs Pass
-90 inLbs		-92.309	inLbs	2.501	%		inLbs Pass
Leitura a 100 % FS							
-150 inLbs		-158.57	inLbs	5.404	%		inLbs Pass
-150 inLbs		-156.9	inLbs	4.397	%		inLbs Pass
-150 inLbs		-158.32	inLbs	5.255	%		inLbs Pass
-150 inLbs		-157.89	inLbs	4.997	%		inLbs Pass
-150 inLbs		-159.34	inLbs	5.861	%		inLbs Pass

***** Fim de Resultados *****

Anexo B

Aceitação de EMP ao uso

Identificação do EMP CIE: _____ Nomenclatura: _____ P/N: _____ S/N: _____	Data do processo de aceitação: ____/____/____ Motivo de Não aceitação: _____ _____ _____ _____
Distribuído a: Esquadra: _____ Setor: _____	
Tomei conhecimento das limitações do EMP. As limitações apresentadas não afetam a normal utilização requerida deste EMP. Aceito o equipamento para o uso. _____ _____	Tomei conhecimento das limitações do EMP. As limitações apresentadas não se adequam à utilização requerida deste EMP. Não aceito o equipamento para o uso. _____ _____

SGQA.MOD.023.Ed1

Aceitação de EMP ao uso

Identificação do EMP CIE: _____ Nomenclatura: _____ P/N: _____ S/N: _____	Data do processo de aceitação: ____/____/____ Motivo de Não aceitação: _____ _____ _____ _____
Distribuído a: Esquadra: _____ Setor: _____	
Tomei conhecimento das limitações do EMP. As limitações apresentadas não afetam a normal utilização requerida deste EMP. Aceito o equipamento para o uso. _____ _____	Tomei conhecimento das limitações do EMP. As limitações apresentadas não se adequam à utilização requerida deste EMP. Não aceito o equipamento para o uso. _____ _____

SGQA.MOD.023.Ed1

Anexo C



LABORATÓRIO de METROLOGIA da FORÇA AÉREA
BASE AÉREA Nº 5

Certificado de Calibração

Número de Certificado: **14-1568** Referência (CIE): **M0818** Data: **28-Mai-2014**

CLIENTE

CLIENTE (UNIDADE): BA5 SETOR: CGM_LMA_Ferramentaria
NOME DO CLIENTE: Base Aérea Nº5
MORADA DO CLIENTE: Serra do Porto de Urso 2425-022 Monte Real

DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO

NOMENCLATURA: Chave de Torque
FABRICANTE: JO-LINE
MODELO (P/N): JOMI4800
NÚMERO de SÉRIE: 2235
NNA: 5120-00-221-7945

DADOS CALIBRAÇÃO

CONDIÇÕES AMBIENTAIS TEMP: 22,00 °C HUMI. REL. 43 %
PUBLICAÇÃO DE REFERÊNCIA: 33K6-4-2193-1 DATA PUBL. REF: 2013-06-30
PROCEDIMENTO DE CALIBRAÇÃO: LCHAVES TORQUE 2193_V1.1
DATA DE CALIBRAÇÃO: **28-Mai-2014** DATA PRÓXIMA CALIBRAÇÃO **28-Ago-2014**

EQUIPAMENTOS PADRÃO UTILIZADOS

<u>CIE</u>	<u>Descrição de Standard</u>	<u>Data CAL</u>	<u>Data Prox. CAL</u>
ML382	SNAP-ON TTC12 Torque Transducer	2014-04-30	2014-10-30

OBSERVAÇÕES

Erro máximo obtido +/- 6% da leitura.

A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada por um factor de expansão $k=k'$ o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de aproximadamente 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02. A estabilidade a longo prazo do equipamento não foi considerada.

Técnico de Calibração

N. Silva - 1CAB/MELIAV

Nº: 130

P/
Responsável Técnico

Digitally signed by MARCO ALLEGRO BARNSTORF
Date: 2014.05.28 15:22:49 BST
Location: LEMP - BA5

Duarte Maia - TEN / TMMA

RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO

Número de Certificado: 14-1568

<u>Descrição do teste</u>	<u>Valor Aplicado</u>	<u>Valor Lido</u>	<u>Units</u>	<u>Erro Relativo</u>	<u>Incerteza</u>	<u>Avaliação</u>
CW ROTATION						
1200 inLbs		1274.9	inLbs	5.874	%	inLbs Pass
1200 inLbs		1257.2	inLbs	4.549	%	inLbs Pass
1200 inLbs		1258.4	inLbs	4.640	%	inLbs Pass
1200 inLbs		1243.1	inLbs	3.467	%	inLbs Pass
1200 inLbs		1250.2	inLbs	4.015	%	inLbs Pass
Leitura a 60 % FS						
2880 inLbs		2888.5	inLbs	0.294	%	inLbs Pass
2880 inLbs		2987.8	inLbs	3.608	%	inLbs Pass
2880 inLbs		2958.9	inLbs	2.666	%	inLbs Pass
2880 inLbs		2930.7	inLbs	1.729	%	inLbs Pass
2880 inLbs		2942.8	inLbs	2.134	%	inLbs Pass
Leitura a 100 % FS						
4800 inLbs		4670.7	inLbs	-2.76	%	inLbs Pass
4800 inLbs		4905.9	inLbs	2.158	%	inLbs Pass
4800 inLbs		4880	inLbs	1.639	%	inLbs Pass
4800 inLbs		4837.8	inLbs	0.781	%	inLbs Pass
4800 inLbs		4842.9	inLbs	0.885	%	inLbs Pass
CCW ROTATION						
Não especificado, não calibrado.						

***** Fim de Resultados *****

Anexo D

T.O. / CHECK LIST / JOB GUIDE	Página	Tarefa	Torque T.O.		Valor Intermédio	Unidades	Tolerância T.O.	
			min	máx			Nominal	Absoluta
1F-16AM-33-1-2CL-101	32	Cartridge Installation	275	275	275	in.lb	0	0,0%
1F-16AM-33-1-2CL-101	31	Chaff/Flare	35	35	35	in.lb	0	0,0%
1F-16AM-2-94/G-30-5	1-72	Weapons Suspension	800	1050	925	in.pounds	125	13,5%
1F-16AM-2-94/G-50-2	5-8	Installation of Gun Port	100	200	150	in.pounds	50	33,3%
1F-16AM-2-28/G-10-2	1-182	Installation of Wing External Fuel Pylon	120	160	140	in.pounds	20	14,3%
1F-16AM-2-28/G-10-2	1-182	Installation of Wing External Fuel Pylon	180	240	210	in.pounds	30	14,3%
1F-16AM-2-28/G-10-2	1-190	Installation of Wing External Fuel Pylon	250	280	265	foot.pounds	15	5,7%
1F-16AM-2-28/G-10-2	1-190	Installation of Wing External Fuel Pylon	135	165	150	foot.pounds	15	10,0%
1F-16AM-2-94/G-50-1	2-92	Installation of Gun System	60	80	70	in.pounds	10	14,3%
1F-16AM-2-94/G-50-1	2-102	Installation of Gun System	600	650	625	in.pounds	25	4,0%
1F-16AM-2-94/G-50-1	2-90	Installation of Gun System	10	20	15	in.pounds	5	33,3%
TGP ID: 399-004219		TGP - Pre-Torque	300	420	360	in.pounds	60	16,7%
TGP ID: 399-004219		TGP	660	780	720	in.lb	60	8,3%
TGP ID: 399-004219	2-48	TGP	275	325	300	in.lb	25	8,3%
TGP ID: 399-004219	2-60	TGP - Torque no ECU	336	364	350	in.lb	14	4,0%
TGP ID: 399-004219		TGP	336	364	350	in.lb	14	4,0%
TGP ID: 399-004219		TGP - Power Sensor Unit	144	156	150	in.lb	6	4,0%
1F-16AM-2-94/G-60-2		Fire Control Sensing System	300	400	350	in.pounds	50	14,3%
1F-16AM-2-94/G-60-2	1-72	Installation of FCR Transmitter	75	100	87,5	in.pounds	12,5	14,3%
1F-16AM-2-94/G-60-2	1-262	Installation of Forward Throttle Grip	40	60	50	in.pounds	10	20,0%
1F-16AM-2-94/G-70-2	2-54	HUD Bore sight Alignment Tool	86	106	96	in.pounds	10	10,4%
1F-16AM-2-94/G-70-1	2-88	Bore sight of PDU Mount	200	240	220	in.pounds	20	9,1%
1F-16AM-2-24/G-20-1	2-68	CSD ASSEMBLY OIL FILTER ELEMENT	300	360	330	in.pounds	30	9,1%
1F-16AM-2-24/G-20-1	2-76	CSD OIL FILTER Installation	48	53	50,5	in.pounds	2,5	5,0%
1F-16AM-2-24/G-20-1	2-104	CSD ASSEMBLY	55	75	65	in.pounds	10	15,4%
2J-F100-13-6 (SWP 322 01)	14	SAALC 7744982 Fixture-Nut Torque	600	650	625	in.pounds	25	4,0%
2J-F100-13-6 (SWP 327 01)	12A	PWA 56525 and PWA 56526 Fixtures	250	270	260	in.pounds	10	3,8%
2J-F100-13-6 (WP 414 00)	14	Case Assembly, Fan, Third Stage - Repair	23	27	25	in.pounds	2	8,0%
2J-F100-13-6 (WP 429 01)	17	Case Assembly, Fan Inlet-Repair	10	12	11	in.pounds	1	9,1%
2J-F100-13-6 (WP 429 01)	17	Case Assembly, Fan Inlet-Repair	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-13-6 (WP 604 00)	18	Case Assembly, Fan Inlet - Assembly	70	75	72,5	in.pounds	2,5	3,4%
2J-F100-13-6 (WP 702 01)	21	Fan Inlet Case - Assembly	150	160	155	in.pounds	5	3,2%
2J-F100-13-8 (WP 701 00)	17	Rear Compressor Drive Turbine -Assembly	165	190	177,5	in.pounds	12,5	7,0%
2J-F100-13-8 (WP 701 00)	17	Rear Compressor Drive Turbine -Assembly	15	20	17,5	in.pounds	2,5	14,3%
2J-F100-13-9 (WP 601 00)	10	Shaft Assembly, Front Compressor Drive Turbine	36	40	38	in.pounds	2	5,3%
2J-F100-13-9 (WP 603 00)	12	Rotor Assembly, Turbine, Third Stage - Assembly	235	245	240	in.pounds	5	2,1%
2J-F100-13-9 (WP 603 00)	27	3ª stage Turbine Air Seal - Instalattion	82	92	87	in.pounds	5	5,7%
2J-F100-13-9 (WP 610 00)	4	SUPPORT, NO. 5 BEARING SEAL ASSEMBLY	2750	3000	2875	in.pounds	125	4,3%

T.O. / CHECK LIST / JOB GUIDE	Página	Tarefa	Torque T.O.		Valor Intermédio	Unidades	Tolerância T.O.	
			min	máx			Nominal	Absoluta
2J-F100-13-9 (WP 610 00)	4	SUPPORT, NO. 5 BEARING SEAL ASSEMBLY	1200	1300	1250	in.pounds	50	4,0%
2J-F100-13-9 (WP 618 00)	25	Rotor / Stator, Turbine FCD - Assembly	80	90	85	in.pounds	5	5,9%
2J-F100-13-9 (WP 618 00)	25	Rotor / Stator, Turbine FCD - Assembly	160	170	165	in.pounds	5	3,0%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	12	Inlet Fan Module -Installation	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	12	Inlet Fan Module -Installation	20	26	23	in.pounds	3	13,0%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	17	Inlet Fan Module -Installation	65	75	70	in.pounds	5	7,1%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	17	Inlet Fan Module -Installation	90	100	95	in.pounds	5	5,3%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	17	Inlet Fan Module -Installation	130	140	135	in.pounds	5	3,7%
2J-F100-46-5 (SWP 204 01)	17	Inlet Fan Module -Installation	340	375	357,5	in.pounds	17,5	4,9%
2J-F100-46-6 (WP 309 00)	5	SEMBLY, COMPRESSOR STATOR SYNCHRONIZING RING -	23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
2J-F100-46-6 (WP 324 00)	21	CASE ASSEMBLY, FAN INLET - INSPECTION AND REPAIR	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-46-6 (WP 603 00)	12	CASE ASSEMBLY, FAN INLET - ASSEMBLY	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-46-6 (WP 701 01)	12	INLET/FAN MODULE (FRONT SECTION) - ASSEMBLY	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-46-6 (WP 701 01)	12	INLET/FAN MODULE (FRONT SECTION) - ASSEMBLY	62	72	67	in.pounds	5	7,5%
2J-F100-46-6 (WP 701 01)	21	INLET/FAN MODULE (FRONT SECTION) - ASSEMBLY	23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
2J-F100-46-7 (SWP 601 01)	10	SEAL AND SUPPORT ASSEMBLY, NO. 2 BEARING	23	26	24,5	in.pounds	1,5	6,1%
2J-F100-46-7 (SWP 604 00)	13	GEARSHAFT ASSEMBLY, GEARBOX DRIVE BEVEL	425	475	450	in.pounds	25	5,6%
2J-F100-46-7 (SWP 604 00)	15	GEARSHAFT ASSEMBLY, GEARBOX DRIVE BEVEL	475	525	500	in.pounds	25	5,0%
2J-F100-46-7 (SWP 605 00)	7	GEARBOX DRIVE BEVEL GEARSHAFTASSEMBLY - INSTALLATIO	145	155	150	in.pounds	5	3,3%
2J-F100-46-7 (SWP 609 03)	10	ASE ASSEMBLY, COMPRESSOR INTERMEDIATE -ASSEMBL	75	80	77,5	in.pounds	2,5	3,2%
2J-F100-46-7 (SWP 609 03)	14/15	ASE ASSEMBLY, COMPRESSOR INTERMEDIATE -ASSEMBL	32	36	34	in.pounds	2	5,9%
2J-F100-46-7 (SWP 701 00)	22	CORE ENGINE MODULE -FINAL ASSEMBLY (FRONT)	27	30	28,5	in.pounds	1,5	5,3%
2J-F100-46-8 (WP 701 00)	19	REAR COMPRESSOR DRIVE TURBINE -ASSEMBLY	23	27	25	in.pounds	2	8,0%
2J-F100-46-8 (WP 701 00)	32	REAR COMPRESSOR DRIVE TURBINE -ASSEMBLY	225	235	230	in.pounds	5	2,2%
2J-F100-46-9 (WP 602 00)	16	ROTOR ASSEMBLY, THIRD STAGE TURBINE -ASSEMBLY	82	92	87	in.pounds	5	5,7%
2J-F100-46-9 (WP 701 00)	19	FAN DRIVE TURBINE MODULE -FINAL ASSEMBLY						5,3%
2J-F100-46-9 (WP 701 00)	19	FAN DRIVE TURBINE MODULE -FINAL ASSEMBLY						5,9%

Anexo E

