

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR DA FORÇA AÉREA
2016/2017



TII

**OPERACIONALIDADE DOS SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA
DE POTÊNCIA NA FORÇA AÉREA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

Artur Jorge Soares de Vasconcelos Oliveira
CAPITÃO, ENGEL



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
OPERACIONALIDADE DOS SISTEMAS DE ENERGIA
ELÉTRICA DE POTÊNCIA NA FORÇA AÉREA

CAPITÃO, ENGEL Artur Jorge Soares de Vasconcelos Oliveira

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 2016/2017

Pedrouços 2017



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

OPERACIONALIDADE DOS SISTEMAS DE ENERGIA
ELÉTRICA DE POTÊNCIA NA FORÇA AÉREA

CAPITÃO, ENGEL Artur Jorge Soares de Vasconcelos Oliveira

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 2016/2017

Orientador: MAJOR, ENGEL

Pedro Miguel da Silva Costa

Pedrouços 2017



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **Artur Jorge Soares de Vasconcelos Oliveira**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **CPOS FA 2016/2017** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **26 de junho de 2017**

Nome

Assinatura



Agradecimentos

Durante a realização deste Trabalho Individual de Investigação foram inúmeras as pessoas que, quer pelos seus conhecimentos quer pela sua disponibilidade, tornaram possível a sua concretização.

De entre todos gostaria de agradecer em primeiro lugar ao meu Orientador MAJ Pedro Costa pelo tempo disponibilizado e por todo o cuidado, persistência e motivação demonstrados.

Ao BGEN Joaquim Veloso, enquanto meu diretor, agradeço pela entrevista permitida, e pelo seu apoio e contributo que permitiu ao desenvolvimento deste trabalho.

Ao MAJ Gonçalo Beato pela entrevista permitida e pela contínua inspiração e disponibilidade demonstrada.

Aos entrevistados, TCOR José Ferreira, CAP José Graveto, CAP Júlio Santos, CAP Vítor Reis, CAP Vítor Serra, CAP José Nogueira e CAP Cláudio Ferreira que contribuíram desde o primeiro momento, com os seus conhecimentos, experiências e visão relacionadas com os Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea.

Quero também lembrar aqui, o papel importante dos meus camaradas da “Família de Energia” da Força Aérea, pela camaradagem, a experiência e a constante motivação que me transmitiram.

Aos camaradas de curso, em especial ao CAP Tiago Miranda e CAP Emanuel Dias pelo espírito de entreaajuda, pela boa disposição e amizade durante esta fase importante do meu percurso.

À minha família e amigos, pelo apoio, motivação, inspiração e compreensão por todos os momentos em que não estive presente.

Em especial à Ana, minha mulher, que merece muito mais que um agradecimento, por toda a força e amor que me dá, e também ao meu presente mais precioso, o meu filho Gonçalo, que nasceu recentemente e nos acompanhou durante toda esta etapa. A eles dedico todo o meu esforço e trabalho.

A todos o meu muito obrigado.



Índice

Introdução.....	11
1. Sistemas de Energia Elétrica de Potência	14
1.1. Enquadramento teórico	14
1.1.1. Redes Elétricas	15
1.1.2. Tipos de postos de transformação	16
1.2. Enquadramento legal e normativo	17
1.3. Gestão de SEEPMT	18
1.4. Metodologia	23
2. Gestão dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea.....	25
2.1. Caracterização dos SEEP na Força Aérea	25
2.2. Aquisição	25
2.3. Exploração	28
2.4. Planeamento.....	32
Conclusões.....	38
Bibliografia.....	43

Índice de Anexos

Anexo A — Quadros resumo dos SEEPMT existentes em U/O da FA.....	Anx A-1
Anexo B — Topologia de redes de distribuição de média tensão	Anx B-1
Anexo C — Anomalias IGFA.....	Anx C-1

Índice de Apêndices

Apêndice A — Mapa Concetual.....	Apd A-1
Apêndice B — Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade ..	Apd B-1
Apêndice C — Idade média de transformadores do SEEPMT da FA por U/O	Apd C-1
Apêndice D — Entrevistas realizadas	Apd D-1

Índice de Figuras

Figura 1 – Cadeia da energia elétrica	14
Figura 2 – Fluxo energético desde a produção até ao consumidor final	15
Figura 3 – Classificação dos PT	17
Figura 4 – Ciclo de vida segundo a ISO 15288.....	19



Figura 5 – Principais componentes do risco	21
Figura 6 – Elementos essenciais do modelo de gestão de SEEPMT.....	22
Figura 7 – Fases principais do modelo de gestão de SEEPMT	22
Figura 8 – Processo de gestão SEEPMT baseado no ciclo de vida (ISO 15288).....	23
Figura 9 – Fatores decorrentes do modelo de gestão de SEEPMT	23
Figura 10 – Relação dos entrevistados com a gestão de SEEPMT	24
Figura 11 – Rede elétrica desde a produção até ao consumidor e os vários níveis de tensão	25
Figura 12 – Subestação de 400kV , Transformador 60kV/15kV, 860kVA (AM1)	26
Figura 13 – Responsabilidades no âmbito da manutenção.....	28
Figura 14 – Custos de manutenção Vs Custos evitáveis	30
Figura 15 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade	33
Figura 16 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – NCSA	33
Figura 17 – Processo de planeamento estratégico.	35
Figura Anx B-1 – Rede radial simples (ou antena simples)	Anx B-1
Figura Anx B-2 – Rede em anel (aberto)	Anx B-1
Figura Apd B-1 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – Casos muito favoráveis	Apd B-1
Figura Apd B-2 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – Estatística	Apd B-1

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Redes elétricas quanto à função.....	15
Tabela 2 –Comparação das estruturas topológicas da rede (radial e anel aberto).....	16
Tabela 3 – Documentos legais e normativos	17
Tabela 4 – Instalações e equipamentos em serviço no ano de 2016.....	25
Tabela 5 – Instalações e equipamentos em serviço no ano de 2016 por U/O	26
Tabela Anx A-1–Quadro resumo dos transformadores existentes	Anx A-1



Resumo

A Força Aérea (FA) como entidade consumidora de elevadas quantidades de energia elétrica possui sistemas de energia elétrica de potência de Média Tensão (SEEPMT) muito significativos e de grande complexidade, imprescindíveis para o cumprimento da sua missão. A ocorrência de falhas, cortes e avarias resultam na inoperacionalidade de inúmeros sistemas, nomeadamente, sistemas de armas, sistemas de comunicações, sistemas informáticos, sistemas de segurança e sistemas de iluminação e sinalização, pelo que, atendendo ao atual contexto económico e às debilidades no seu estado de conservação e de fiabilidade, importa investigar os SEEPMT na FA do ponto de vista dos métodos e práticas correntes de gestão, dos impactos operacionais e das soluções que favoreçam a otimização dos recursos e consequentemente a melhoria da sua operacionalidade.

Para o efeito foi utilizado o raciocínio hipotético dedutivo e seguida uma estratégia de investigação qualitativa, que permitiu definir um possível modelo de gestão dos SEEPMT ao longo do seu ciclo de vida, assente em três fases, planeamento, aquisição e exploração, analisando-se os procedimentos vigentes na FA (estudo de caso), e estabelecendo-se medidas para a melhoria da sua operacionalidade.

Palavras-chave

Sistemas de Energia Elétrica de Potência, Média Tensão, Operacionalidade, Planeamento, Aquisição, Exploração.



Abstract

The Portuguese Air Force (PoAF) as a consumer entity of high amounts of electric energy has very significant and highly complex medium voltage electric power systems, essential for the fulfillment of its mission.

The occurrence of failures, cuts and malfunctions result in the inoperability of numerous systems, such as weapons systems, communications systems, computer systems, security systems and lighting and signaling systems. Following the current economic context and the frailties in its state of conservation and reliability, it is important to investigate the electric power systems in the PoAF, from the point of view of current methods and practices of management, operational impacts and solutions that favor the optimization of resources and consequently the improvement of their operability.

For this purpose, deductive hypothetical reasoning was used, followed by a qualitative research strategy, which allowed to define a possible medium voltage electric power systems management model throughout its life cycle, based on three phases, planning, acquisition and exploration, analyzing the current procedures in the PoAF (case study), and establishing measures to improve its operation.

Keywords

Electric Power System, Medium Voltage, Operability, Plan, Acquisition, Exploration.



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

AFA – Academia da Força Aérea

AM1 – Aeródromo de Manobra n.º 1

AT – Alta Tensão

BA1 – Base Aérea n.º 1

BA5 – Base Aérea n.º 5

BA6 – Base Aérea n.º 6

BA11 – Base Aérea n.º 11

BT – Baixa Tensão

CA – Comando Aéreo

CFMTFA – Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea

CEMFA – Chefe de Estado-Maior da Força Aérea

CTE – Comissão Técnica Especializada

CFP – Curso de Formação de Praças

CFS – Curso de Formação de Sargentos

CLAFA – Comando da Logística da Força Aérea

DCSI – Direção de Comunicações e Sistemas de Informação

DI – Direção de Infraestruturas

EDP – Energias de Portugal

EMB – Esquadra de Manutenção de Base

EMFA – Estado-Maior da Força Aérea

EMMET – Esquadra de Manutenção de Material Elétrico Terrestre

ENGEL – Engenheiro Eletrotécnico

ER3 – Estação de Radar n.º3

H – Hipótese



IST – Instituto Superior Técnico

FA – Força Aérea

FAR – Fontes de Alimentação de Recurso

FFAA – Forças Armadas

GF – Grupo de Formação

ICAO – *International Civil Aviation Organization*

IESM – Instituto de Estudos Superiores Militares

IGFA – Inspeção Geral da Força Aérea

MAT – Muito Alta Tensão

MCLAFA – Manual do Comando da Logística da Força Aérea

MELECT – Mecânicos de Eletricidade

MOB – *Main Operating Bases*

MT – Média Tensão

NATO – *North Atlantic Treaty Organization*

NCSA – *Nato Criteria and Standards for Airfields*

NEP – Norma de Execução Permanente

O&M – *Operations and Maintenance*

PD – Pergunta Derivada

PP – Pergunta de Partida

PS – Posto de Seccionamento

PT – Posto de Transformação

RP – Repartição de Projetos

RO – Repartição de Obras

RRD – Regulamento da Rede de Distribuição



RSRDEEBT – Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão

RSSPTS – Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento

SE – Secção de Eletricidade

SEES – Secção de Energia Elétrica e Sistemas

SEEP – Sistemas de Energia Elétrica de Potência

SEEPMT – Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão

STANAG – *Standard Agreement*

TII – Trabalho de Investigação Individual

UB – Unidade Base

UPS – *Uninterruptible Power Suplly*

U/O – Unidades e Órgãos

U/O/S - Unidades, Órgãos e Serviços



Introdução

“Of the various branches of electrical investigation, perhaps the most interesting and immediately the most promising is that dealing with alternating currents.”

Nikola Tesla

O recente panorama mundial tem condicionado Portugal, quer por força da crise económico-financeira, quer por força dos compromissos assumidos no domínio da segurança e defesa internacional, levando o Estado Português a “sujeitar-se a severas limitações orçamentais para os próximos anos, com impacto, designadamente, na segurança e defesa nacional” (CM, 2013, p.1). Da mesma forma, sendo o foco principal da FA o cumprimento da sua missão, “é determinante que a estratégia de gestão da FA seja executada de forma criteriosa e eficiente, garantindo uma utilização otimizada dos recursos disponíveis” (FA, 2015, p.34).

Atualmente a FA possui sistemas de energia elétrica de potência (SEEP) muito significativos, cujos custos associados são consideravelmente elevados. Simultaneamente, os SEEP, apesar de serem imprescindíveis para o cumprimento da sua missão, uma vez que a ocorrência de falhas, cortes e avarias poderão resultar na inoperacionalidade de inúmeros sistemas, de acordo com os registos na Direção de Infraestruturas (DI), parte das infraestruturas em causa já ultrapassaram os 30 anos de vida útil definidos no *Nato Criteria and Standards For Airfields* (NCSA) (NATO, 2011, p.15), surgindo deste modo, a relevância e o interesse do tema da Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea.

Atendendo à sua extensão, foi necessário delimitar o objeto de estudo tendo em consideração três domínios reconhecidos, nomeadamente o tempo, o espaço e o conteúdo (IESM, 2016, p.44).

Sendo assim, quanto ao tempo, considera-se que o estudo se remete à atualidade. Relativamente ao domínio do espaço, considera-se que a sua distribuição espacial diz respeito às U/O/S da FA, particularmente às localizadas em Portugal Continental e que possuam ou operem os sistemas de armas, nomeadamente o AM1, BA1, BA5, BA6, BA11, ER3 e o CA, considerando a sua proximidade geográfica e exclui-se as redes elétricas dos arquipélagos dos Açores e da Madeira pelas suas especificidades próprias. Por fim, em termos de conteúdo, a investigação irá cingir-se aos SEEP de Média Tensão (MT), uma vez



que constituem a rede de distribuição e o ponto de ligação com o exterior das U/O/S da FA com a Rede Elétrica Nacional.

O objetivo geral do presente TII visa analisar a gestão dos SEEP na FA, na perspectiva de contribuir para a melhoria da operacionalidade dos sistemas em questão e consequentemente para o cumprimento da missão da FA. Relativamente aos objetivos específicos pretende-se avaliar os SEEP na FA do ponto de vista dos métodos e práticas correntes de gestão, dos impactos operacionais e das soluções que favoreçam a otimização dos recursos e a melhoria da operacionalidade.

O percurso metodológico da investigação inclui três fases distintas, nomeadamente a fase exploratória; a fase analítica e a fase conclusiva (IESM, 2015b, p.4), tendo para o efeito sido utilizado o raciocínio hipotético dedutivo. Do mesmo modo, a investigação em questão procura recolher informação sobre o fenómeno particular que é a operacionalidade dos SEEPMT no contexto da FA, pelo que o tipo de pesquisa a adotar é o estudo de caso.

A metodologia proposta assentou em leituras preliminares e em entrevistas exploratórias, o que permitiu enformar uma base teórica. De seguida definiu-se o objeto de estudo e formulou-se o problema da investigação que originou o objetivo geral, questões de investigação e respetivas hipóteses.

Assim surgiu a seguinte pergunta de partida (PP):

Será que o processo de gestão atual dos SEEPMT é o mais adequado para garantir a sua operacionalidade?

No decorrer da PP surgiram três perguntas derivadas (PD) e respetivas hipóteses (H):

PD1 – De que forma o processo de aquisição afeta os SEEPMT da FA?

H1 – O processo de aquisição encontra-se adequado aos SEEPMT;

PD2 – Que medidas adicionais poderão ser implementadas de forma a contribuir para a exploração dos SEEPMT da FA?

H2 – Existem medidas complementares ao processo de exploração atual que poderão ser implementadas, nomeadamente, ao nível da formação, da elaboração de manuais de operação e de planos de contingência;

PD3 – Será que o processo de planeamento dos SEEPMT da FA é adequado às necessidades atuais?

H3 – O processo de planeamento do SEEPMT é insuficiente para as necessidades atuais da FA.



De seguida a fase analítica tem como base a recolha e tratamento de dados, resumindo-se a técnicas de recolha documentais, através da análise de documentos internos da FA, ou não documentais, através de entrevistas semiestruturadas.

Por fim na fase conclusiva do percurso metodológico serão avaliados e discutidos os resultados alcançados, e também o seu reflexo nas questões da investigação, nomeadamente a verificação das hipóteses, as respostas às perguntas derivadas e de partida.

No que se refere à organização do trabalho de investigação, no primeiro capítulo pretende-se abordar a revisão da literatura, através do estado da arte e enquadramento legal e normativo do tema da investigação, bem como a explicitação dos vários conceitos a ele associados.

No segundo capítulo, como resultado da investigação efetuada será analisada a gestão dos SEEPMT na FA e avaliados e discutidos os resultados obtidos, de modo a verificar as hipóteses, e consequentemente responder às perguntas derivadas. Com base no trabalho desenvolvido dar-se-á ainda uma resposta à questão principal da investigação.

Por fim, na conclusão, irá efetuar-se uma revisão sucinta do procedimento metodológico seguido, serão evidenciados os resultados mais importantes da investigação e abordadas as limitações enfrentadas no decorrer da investigação bem como algumas recomendações para investigações futuras.



1. Sistemas de Energia Elétrica de Potência

A crise económica que se vive tem implicações diretas na FA, a qual “face a um ambiente macroeconómico adverso e em constante mudança, marcado por fortes restrições orçamentais” (FA, 2015, p.I), tenta ajustar-se ao meio em que está inserida através da “procura permanente de otimização na adaptação das suas estruturas, da racionalização dos seus processos e capacidades, e na definição criteriosa das suas prioridades, conjugando esses esforços com uma execução orçamental rigorosa” (FA, 2015, p.I).

Por outro lado, Camisa (2009, p.1) refere a necessidade de cumprir com os compromissos internacionais assumidos pelo Estado, bem como a defesa militar da República implica obrigatoriamente que as Forças Armadas (FFAA) sejam bem estruturadas, equipadas, treinadas e munidas de infraestruturas capazes de enfrentar os variados conflitos, o que torna notória a necessidade da modernização e do reequipamento.

Do ponto de vista teórico, é igualmente importante referir que o SEEP “é dos mais complexos empreendimentos jamais concebidos por cientistas e engenheiros” (Paiva, 2005, p.XXI) e cada vez mais de maior dimensão como resultado das necessidades ao nível da energia elétrica (Barbosa, 2013, p.7), pelo que será necessário enquadrar este tipo de sistema identificando para isso os seus componentes principais, tipologias de redes e fatores principais aquando da escolha de uma rede.

1.1. Enquadramento teórico

Os SEEP têm como objetivo possibilitar ao consumidor a utilização de energia elétrica de uma forma fiável e segura (Alves, 1999, p.7). Para isso, não basta produzir energia elétrica nas centrais elétricas, é também necessário todo um sistema que possibilite a sua entrega. Assim, os SEEP podem ser caracterizados por três subsistemas (Figura 1), particularmente a produção, o transporte e a distribuição de energia elétrica (Barbosa, 2013, p.8), os quais estão interligados entre si constituindo na realidade uma única Rede (ERSE, 2015a, p.4).



Figura 1 – Cadeia da energia elétrica

A infraestrutura que interliga a produção e o consumidor final, é geralmente dividida em vários níveis que resulta essencialmente da distância geográfica entre os locais de produção e os centros consumidores, a irregularidade do consumo e a impossibilidade de



armazenar energia elétrica, pelo que se torna necessário a existência de uma rede elétrica capaz de direcioná-la e transmiti-la em grandes distâncias (Castro, 2017).

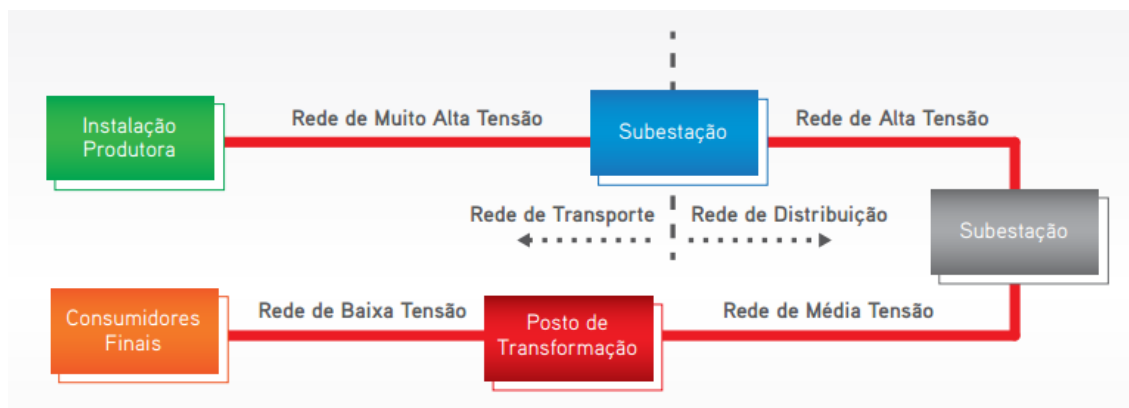


Figura 2 – Fluxo energético desde a produção até ao consumidor final

Fonte: (EDP, 2015a, p.28)

1.1.1. Redes Elétricas

As redes elétricas podem ser classificadas, entre outros, por três critérios principais, nomeadamente quanto à tensão nominal ou de serviço, quanto à função e por último quanto à topologia da rede (Paiva, 2005, p.28).

Assim, no que se refere à tensão de serviço, atualmente as redes elétricas operam nos níveis de Muito Alta Tensão (MAT) (acima de 110kV), Alta Tensão (AT) (60kV), Média Tensão (MT) (30 kV, 15 kV e 10 kV) e Baixa Tensão (BT) (400/230V) (EDP, 2015a).

Relativamente à função, as redes elétricas podem ser classificadas, de acordo com a tabela seguinte:

Tabela 1 – Redes elétricas quanto à função

Função	Nível de tensão	Tipo de consumidor
Redes de distribuição	BT	Consumidor final
	MT	Postos de Transformação
	AT	Subestações
Redes de transporte	MAT	Redes de distribuição
Rede de interligação	MAT - Ligação entre Redes de Transporte	Redes de transporte

Fonte: (Paiva, 2005, p.29)

Relativamente à topologia as redes de distribuição de MT dividem-se tipicamente em redes com arquitetura radial (ou antena) e em redes com arquitetura em anel (ou em malha), conforme Anexo B.

As redes com arquitetura radial baseiam-se em linhas que se vão ramificando a partir de um determinado ponto, resultando numa única linha de alimentação e consequentemente



que todos os pontos de consumo tenham apenas um único caminho de alimentação elétrica (Puret ,1992, p.11). Este tipo de rede implica a centralização de todas as cargas numa única instalação, e todas as consequências que daí advém em caso de indisponibilidade desta instalação elétrica (Santos, 2012, p.18).

As redes com arquitetura em anel baseiam-se em duas linhas de alimentação o que permitem a redundância na alimentação elétrica, dado que existem dois caminhos elétricos possíveis. Este tipo de estrutura permite que, em caso de indisponibilidade de uma das linhas ou dos equipamentos a ela associados, a alimentação seja garantida pela outra linha (Puret ,1992, p.11).

As redes com arquitetura em anel poderão ser do tipo anel aberto ou anel fechado, sendo que se distinguem caso num determinado ponto do anel a rede esteja eletricamente aberta (anel aberto). Neste caso a estrutura funcionará como estrutura do tipo radial com dois ramais.

Existem também as redes mistas, que podem englobar as várias topologias abordadas anteriormente, sendo a mais usada nas redes de distribuição MT em Portugal (Santos, 2012, p.21).

Por fim existem as redes que incluem produção interna de energia, que se resumem à inclusão de grupos geradores de produção local ou substituição/emergência (SE, 2008). A comparação das estruturas topológicas da rede contribui para a avaliação dos impactos operacionais.

Tabela 2 –Comparação das estruturas topológicas da rede (radial e anel aberto)

Estrutura topológica da rede	Vantagens	Desvantagens
Radial	Simplicidade	Qualidade de serviço
	Operação	Linha única
	Menor custo de instalação	Menor fiabilidade
Anel aberto	Maior fiabilidade	Maior custo de instalação
	Redundância	Operação
	Qualidade de Serviço	

Fonte: (Puret,1992, p.11 e Paiva, 2005, p.30)

1.1.2. Tipos de postos de transformação

Como resultado das características já referidas os postos de transformação (PT) podem ser definidos de acordo com o quadro seguinte:



Figura 3 – Classificação dos PT

Fonte: (Carvalho, 2013)

1.2. Enquadramento legal e normativo

As questões que envolvem os SEEPMT estão regulamentadas em diversa legislação, pelo que importa também efetuar o seu enquadramento legal e normativo, desde a visão das atribuições da FA, ao contributo da sua missão para o desígnio nacional até às normas técnicas que regulamentam os SEEP.

Assim, na Tabela 3 foram consideradas diretivas de aplicação interna FA, e documentos legais de aplicação nacional, nomeadamente o Regulamento de Segurança de Subestações e Postos de Transformação e Seccionamento (RSSPTS), aprovado pelo Decreto n.º 42895/60 de 31 de março, alterado pelos Decretos Regulamentares n.º 14/77 de 18 de Fevereiro e n.º 56/85 de 6 de setembro, bem como o Regulamento da Rede de Distribuição (RRD), aprovado pela Portaria n.º 596/2010, de 30 de julho.

Tabela 3 – Documentos legais e normativos

Documentos legais e normativos	Descrição
DIRECTIVA dDI N.º. 02/2010	"destina-se a uniformizar procedimentos e a definir ações de manutenção a realizar pelas U/O da FA, no âmbito dos PT, tendo em vista a segurança das intervenções e a melhoria da qualidade da energia."



	"As U/O da FA serão responsáveis por efetuar as ações de manutenção (Inspeção, Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva) a todos os PT (...) Após a realização das ações de manutenção, as U/O terão de enviar o respectivo relatório para a DI"
Regulamento da Rede de Distribuição (RRD), aprovado pela Portaria n.º 596/2010, de 30 de julho	"estabelece as condições técnicas de exploração da Rede Nacional de Distribuição de Eletricidade" em AT e MT (RND), e define que "as entidades com instalações ligadas à RND ou às RDBT devem manter as suas instalações elétricas em bom estado de funcionamento e de conservação"
Decreto n.º 42 895/60, de 31 de março alterado pelos Decreto Regulamentar n.º 14/77, de 18 de fevereiro e Decreto Regulamentar n.º 56/85, de 6 de setembro (RSSPTS)	"As instalações deverão ser sujeitas a inspeções periódicas, com o fim de verificar se se mantêm em boas condições de exploração"
Decreto-Lei n.º 517/80, de 31 de outubro	"O técnico responsável pela exploração deverá inspecionar as instalações elétricas com a frequência exigida pelas características de exploração, no mínimo duas vezes por ano, a fim de proceder às verificações, ensaios e medições regulamentares e elaborar o relatório referido no artigo 14.º "

Para a realização deste TII foram ainda consideradas as normas dispostas no Regulamento de Segurança das Redes de Distribuição de Energia Elétrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT), aprovado pelo Decreto Regulamentar n.º 90/84 de 26 de dezembro, assim como o expresso no NCSA e na Diretiva n.º 2/2010 de 09 de dezembro do CLAFA/DI relativa à manutenção dos PT na FA.

1.3. Gestão de SEEPMT

A gestão otimizada dos SEEPMT enquadra-se na engenharia de sistemas no que diz respeito à "abordagem interdisciplinar com foco no *design* e gestão de sistemas complexos ao longo do seu ciclo de vida", que segundo a ISO 15288 "vai desde a fase de conceção de ideias até à retirada dum sistema" (Pinto, 2015, p.5).



Generic Life Cycle (ISO 15288:2002)



Figura 4 – Ciclo de vida segundo a ISO 15288

Fonte: (Pinto, 2015, p.4)

Por conseguinte, importa também o conceito de operacionalidade, como a capacidade de um sistema cumprir as funções para as quais foi concebido (ERSE, 2013, p.5). Neste contexto, acresce que os SEEPMT estão em constante desenvolvimento para acompanhar as necessidades dos consumidores, e com a preocupação de respeitar e cumprir a legislação e regulamentação em vigor. Desse modo as atividades inerentes à sua gestão são relevantes e benéficas não só no início do seu ciclo de vida, mas sim ao longo de toda a sua vida útil (SIEMENS, 2017, p.527).

Assim, de forma a contribuir para a melhoria da operacionalidade dos SEEPMT importa inferir sobre procedimentos e práticas usuais relacionadas com a gestão dos SEEPMT.

Os sistemas de distribuição de energia para instalações industriais, infraestruturas e edifícios requerem soluções globais que englobam a conceção e planeamento, a elaboração de projetos e instalação, e a utilização e operação (SIEMENS, 2013, p.5).

Segundo Pinto (2011, p.1) o planeamento e a construção de SEEMPT tornam-se cada vez mais relevantes para o equilíbrio da diminuição das interrupções de energia e dos encargos necessários associados à melhoria da qualidade de serviço. Por outro lado, será igualmente importante a melhoria continua da eficiência energética através dos níveis das perdas das redes (Santos, 2012, p.14).

Ao nível da elaboração de projetos, de acordo com a NP ISO21500 “um projeto é um conjunto único de processos consistindo em atividades coordenadas e controladas, com datas de início e de fim, desenvolvidas para alcançar um objetivo” e que requer “requisitos específicos, incluindo restrições múltiplas, como tempo, custo e recursos” (Stellingwerf, 2013, p.21).

Segundo Santos (2012, p.52), deverão ser previstas medidas ao nível da gestão dos recursos que seja possível contribuir para a otimização dos SEEPMT, como por exemplo



instalando equipamentos¹ mais modernos que permitem uma gestão de tempo por parte das equipas de manutenção.

No que diz respeito aos recursos materiais é importante perceber que a vida útil de uma instalação é definida como o período entre a sua ocupação (após a construção ou recuperação) e a data que o custo/benefício da sua manutenção deixa de ser rentável (NATO, 2011), e que tendo conhecimento da evolução do estado dos equipamentos ao longo do tempo é exequível uma gestão mais criteriosa das intervenções nos mesmos (EDP, 2014, p.81).

Do mesmo modo, é fundamental no processo de gestão de sistemas de distribuição de energia a experiência, a melhoria contínua das capacidades e competências e a atualização constante do conhecimento (SIEMENS, 2013, p. 6), como é o caso da EDP que desenvolve planos de formação baseados nas suas necessidades, e de acordo com sua estratégia e tendências futuras (EDP, 2016), denotando uma grande sensibilidade e preocupação com a gestão dos seus recursos humanos.

As fortes restrições orçamentais dos últimos anos e o vasto número de ativos que compõem um SEEPMT implicam a racionalização de processos, capacidades e a definição criteriosa de prioridades, as quais deverão ser conjugadas “com uma execução orçamental rigorosa” (FA, 2015, p.I). Por conseguinte, de acordo com Palombo (2005, cit. por Lopes, 2014, p.7) a gestão dos equipamentos em funcionamento possibilita a identificação de “onde se deve reduzir, manter, ou investir, por forma a otimizar atividades e ativos” e assim contribuir positivamente para a gestão dos recursos financeiros.

Do mesmo modo, a gestão do risco é uma ferramenta fundamental, uma vez que permite a gestão dos equipamentos em funcionamento (Lopes, 2014, p.7), com base num conjunto de procedimentos e atuações que permitem manter o risco dentro de limites que o gestor está disposto a aceitar (Soares, 2005, cit. por Ferreira, 2008, p.13), limites esses que poderão ser os níveis que a empresa consegue suportar, que está preparada para assumir ou que assume conscientemente (EDP, 2015b, p.14). Segundo Hull, o risco define-se como sendo a combinação da probabilidade ou a frequência de ocorrência de um dado evento com as suas consequências (1992, cit. por Ferreira, 2008, p.3).

¹ Por exemplo órgãos de corte de rede telecomandados (Santos, 2012, p.52)



Figura 5 – Principais componentes do risco

Fonte: (EDP, 2015b, p.6)

Outro elemento essencial no processo de gestão dos SEEPMT é a sua exploração que tem como base o “conjunto das atividades necessárias ao funcionamento de uma instalação elétrica, incluindo as manobras, o comando, o controlo, a manutenção, bem como os trabalhos elétricos e os não elétricos”² (MEID, 2010), de modo a garantir a disponibilidade³ dos SEEPMT.

A exploração, por sua vez, implica a operação, conjunto de ações que alteram o estado de um órgão ou sistema (ERSE, 2013, p.6). De acordo com Soares (2011, p.2), a operação é influenciada por vários fatores externos aos equipamentos, nomeadamente o meio onde se insere, as especificidades do seu funcionamento ou ocorrências⁴. Além destes fatores, é igualmente fundamental monitorizar um conjunto significativo de dados, desde medições, ocorrências, resultados e também inventário, o que irá permitir a avaliação sistemática dos SEEPMT contribuindo para uma melhoria da gestão (Soares, 2011, p.2 e Caldas, 2015, p. 5).

Relativamente ao processo de manutenção, referido como uma das atividades da exploração, é a “combinação de ações técnicas e administrativas, compreendendo as operações de vigilância, destinadas a manter uma instalação elétrica num estado que lhe permita cumprir a sua função” (ERSE, 2013, p.5) e pode ser decomposta em manutenção preventiva e manutenção corretiva, sendo que a preventiva engloba a manutenção sistemática e a condicionada.

A manutenção corretiva é a “combinação de ações técnicas e administrativas realizadas depois da deteção de uma avaria⁵ e destinadas à reposição do funcionamento de uma instalação elétrica” (ERSE, 2013, p.5)

² Regulamento da Rede de Distribuição.

³ “Situação em que (...) equipamentos e aparelhos se encontram aptos a responder, em exploração, às solicitações, de acordo com as suas características técnicas e parâmetros considerados válidos” (MEID, 2010).

⁴ “Acontecimento que afete as condições normais de funcionamento de uma rede elétrica” (MEID, 2010).

⁵ “Cessação da aptidão de um bem para cumprir a função requerida”, conforme a Norma EN NP 13306 (Castro, 2013, p.9).



No que diz respeito à manutenção preventiva, é a “combinação de ações técnicas e administrativas realizadas com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do funcionamento de uma instalação elétrica” (ERSE, 2013, p.5). Por sua vez, a manutenção sistemática diz respeito a intervenções em períodos definidos, enquanto que a manutenção condicionada é efetuada consoante o estado do equipamento (Castro, 2013, p.10).



Figura 6 – Elementos essenciais do modelo de gestão de SEEPMT

Fonte: (ERSE, 2015b)

Em suma, da revisão da literatura destacam-se três fases principais, que correspondem à gestão otimizada dos SEEPMT ao longo do seu ciclo de vida, ilustradas na Figura 7: planeamento, aquisição e exploração.

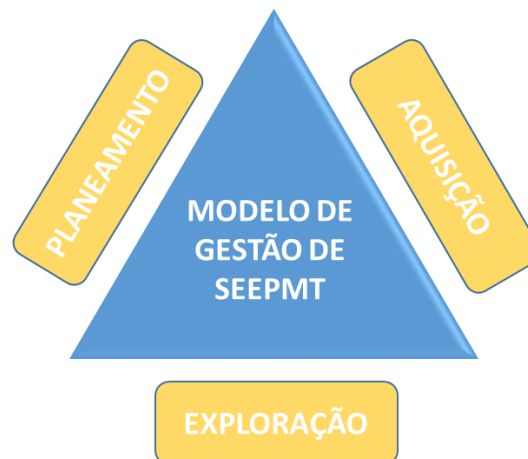


Figura 7 – Fases principais do modelo de gestão de SEEPMT

Assim, com base nos elementos estudados é possível representar o ciclo de vida adaptado dos SEEPMT, conforme Figura 8.



Ciclo de vida tipo (ISO 15288)



Ciclo de vida adaptado dos SEEPMT



Figura 8 – Processo de gestão SEEPMT baseado no ciclo de vida (ISO 15288)

Das três fases apresentadas é possível destacar em cada uma delas três elementos essenciais, conforme a figura seguinte.



Figura 9 – Fatores decorrentes do modelo de gestão de SEEPMT

1.4. Metodologia

A metodologia adotada no presente trabalho foi desenvolvida segundo o domínio conceptual e metodológico. Assim, no domínio conceptual, tendo como base o conhecimento obtido e as hipóteses determinadas obteve-se o mapa conceptual expresso no Apêndice A, constituído por conceitos que foram desconstruídos em dimensões e indicadores.

Relativamente ao domínio metodológico, a investigação incluiu três fases distintas, nomeadamente a fase exploratória; a fase analítica e a fase conclusiva, tendo para o efeito sido utilizado o raciocínio hipotético dedutivo e seguida uma estratégia de investigação qualitativa. Do mesmo modo, a investigação em questão procura recolher informação sobre o fenómeno particular que é a operacionalidade dos SEEPMT no contexto da FA, pelo que o tipo de pesquisa a adotar é o estudo de caso.

Posteriormente efetuou-se a recolha e tratamento de dados, através de técnicas de recolha documentais, da análise de documentos internos da FA, ou não documentais, através de entrevistas semiestruturadas, com guião previamente definido, destinadas a uma amostra



empírica intencional (Figura 10), selecionada com base na afinidade dos entrevistados aos processos de planeamento, aquisição e exploração dos SEEPMT. Na análise dos dados foi utilizada a forma qualitativa.

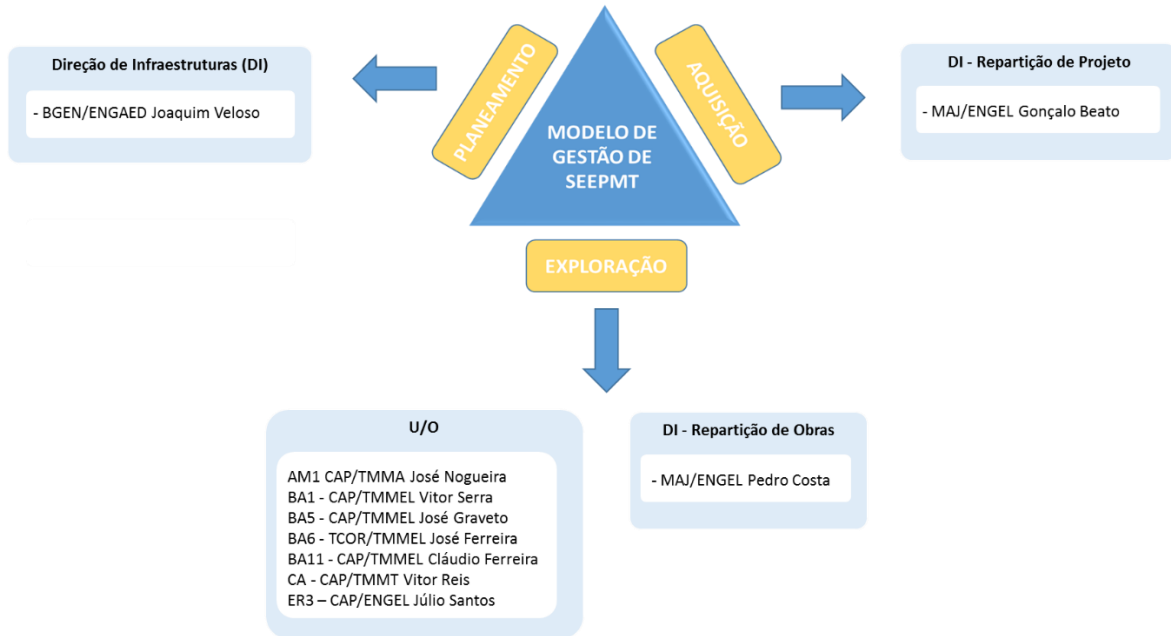


Figura 10 – Relação dos entrevistados com a gestão de SEEPMT

Os instrumentos metodológicos anteriormente referidos permitiram verificar as hipóteses propostas e as respostas às PD e PP.



2. Gestão dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea

2.1. Caracterização dos SEEP na Força Aérea

A FA é uma entidade consumidora de elevadas quantidades de energia elétrica, envolvendo custos anuais nas diversas Unidades, Órgãos e Serviços (U/O/S) da FA na ordem dos 4,2 milhões de euros⁶. No ano de 2015 a despesa orçamental da FA integrava o montante aproximado de 387 milhões de euros, sendo que cerca de 115 milhões de euros corresponderam à aquisição de bens e serviços (FA, 2015, p.27). Deste modo, sensivelmente 3,5% dos encargos com a aquisição de bens e serviços referem-se ao consumo de eletricidade o que equivale a cerca de 1% da globalidade da despesa da FA.

Neste contexto, importa reforçar que no presente trabalho de investigação será abordado o subsistema da distribuição SEEPMT.

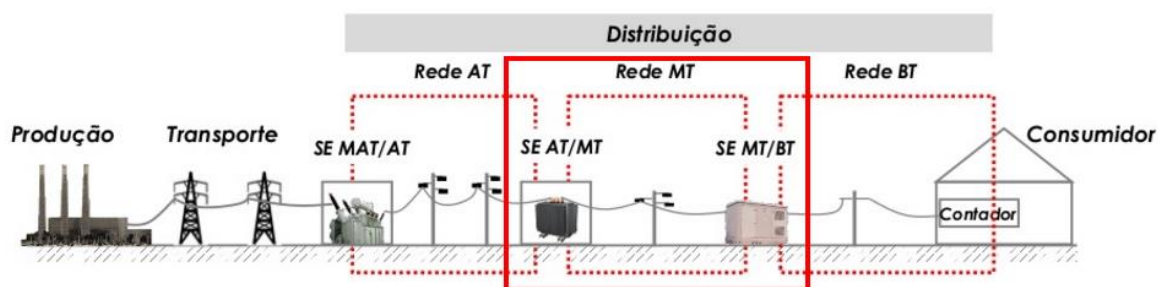


Figura 11 – Rede elétrica desde a produção até ao consumidor e os vários níveis de tensão

Fonte: (Tomás, 2012, p.43)

Conforme referido anteriormente, o consumo implica um conjunto de infraestruturas elétricas, pelo que, na tabela seguinte, apresenta-se de uma forma genérica as instalações e equipamentos em serviço na FA no ano de 2016:

Tabela 4 – Instalações e equipamentos em serviço no ano de 2016

Instalações e equipamentos em serviço	2016
Nº de Postos de Transformação	122
Nº de Transformadores	159
Linhas (incluindo ramais, em km) aprox.	100
Potência instalada (MVA)	50,6

Fonte: (Costa, 2016)

2.2. Aquisição

Os SEEPMT em questão foram sujeitos a uma avaliação quanto às tipologias de rede

⁶ Dados obtidos na Direção de Infraestruturas, 2016



e tipo de postos de transformação.

Os SEEPMT da FA são constituídos quase na sua totalidade por cabos subterrâneos e por transformadores MT/BT, sendo que as redes de distribuição elétrica operam nos níveis de MT (30 kV, 15 kV e 10 kV) com exceção do AM1, cuja entrada é em AT (60kV) existindo também um transformador AT/MT, conforme ilustrado na figura seguinte.



Figura 12 – Subestação de 400kV , Transformador 60kV/15kV, 860kVA (AM1)

Fonte: (DI, 2016)

Quanto à classificação dos PT em estudo, são em termos de instalação na sua maioria interiores, quanto ao serviço prestado são privados (alimentam apenas instalações da FA) e quanto ao modo de exploração são do tipo manual. Relativamente à estrutura topológica de alimentação as redes de distribuição de MT da U/O da FA são do tipo radial simples ou anel aberto. Existe também do tipo rede mista, como é o caso da BA6 e BA11, que engloba as duas estruturas topológicas anteriores.

Tabela 5 – Instalações e equipamentos em serviço no ano de 2016 por U/O

Postos de Transformação	AM1	BA1/ AFA	BA5	BA6	BA11	CA	ER3
Nº de Postos de Transformação	15	9	14	13	20	5	5
Nº de Transformadores	18	13	19	20	25	6	5
Potência instalada (MVA)	4,21	3,86	7,36	5,75	9,52	2,4	1,22
Estrutura topológica da rede	Radial	Radial	Radial	Mista	Mista	Radial	Radial

Fonte: (Costa, 2016)

Simultaneamente, grande parte das infraestruturas da FA incluem produção interna de energia, cuja finalidade é o fornecimento de energia elétrica em caso de falha de rede, ou por “inoperacionalidade dos equipamentos de MT” (Costa, 2017).

Neste contexto, de acordo com o expresso no MCLAF 305-5, é da competência da Secção de Energia Elétrica e Sistemas (SEES) da Repartição de Projetos (RP) da DI “programar e projetar os sistemas elétricos de produção de energia, redes de distribuição de



energia”, “definir as especificações técnicas dos materiais e dos equipamentos a incluir nas infraestruturas, na sua área” e “definir e controlar (...) a gestão de energia elétrica”, pelo que será esta secção a entidade primariamente responsável pelo estudo, dimensionamento, desenvolvimento e projeto dos SEEPMT da FA (Beato, 2017) e por “salvaguardar a integração e a uniformização no seio da FA (Costa, 2017).

Os projetos relativos à beneficiação, remodelação ou construção de novos SEEPMT, são elaborados de acordo com a legislação, regulamentos e normas em vigor, nomeadamente, o RSSPTS e o RSRDEEBT e também o NCSA quando aplicável (Beato, 2017).

Assim, no âmbito dos processos de aquisição, no qual se integra a fase de conceção (projeto), a avaliação de um SEEP significa fixar requisitos, tendo em conta os objetivos a atingir. Naturalmente as definições técnicas adotadas estão intimamente relacionadas com as necessidades, requisitos e custos associados, pelo que a escolha de uma determinada solução deverá obedecer a compromissos técnico-económicos (Puret ,1992, p.10), sendo exemplo disso as situações que, devido à complexidade técnica ou devido aos encargos inerentes à resolução de determinados problemas, as U/O/S solicitam à DI a sua resolução (Beato, 2017).

No que diz respeito aos recursos humanos, quer pela sua formação base, quer pela “experiência técnica acumulada” (Costa, 2017) ou quer pela participação em formações no âmbito da MT, os elementos envolvidos no processo de aquisição revelam “conhecimento específico” nos SEEPMT da FA (Beato, 2017).

Do mesmo modo, após a fase de projeto surge a sua implementação, o que de acordo com o expresso no MCLAF 305-5 compete à Secção de Eletricidade (SE) da Repartição de Obras (RO) da DI, particularmente a direção e fiscalização da “execução das instalações elétricas e equipamentos a elas associados”, a instalação e manutenção das “redes de distribuição de energia” e por fim após a conclusão dos trabalhos proceder à “aceitação das instalações elétricas”.

Face ao exposto, e tendo em consideração o cumprimento de requisitos legais, e a adequação ao nível da conceção e implementação, é possível agora, validar a primeira hipótese, H1 – O processo de aquisição é adequado aos SEEPMT, respondendo deste modo à PD1 – De que forma o processo de aquisição afeta os SEEPMT da FA?



2.3. Exploração

De acordo com o RRD, os princípios gerais do processo de exploração implicam a promoção da “eficiência energética, a proteção do ambiente, a segurança, a fiabilidade e a eficácia da rede que operam”.

Assim, conforme já referido anteriormente, a exploração assenta em três linhas de ação, designadamente a manutenção, a operação e a monitorização como suporte das duas anteriores.

Os assuntos relacionados com a exploração estão regulamentados em diversa legislação, sendo que na FA existe ainda a Diretiva dDI N° 02/2010 que se destina a “uniformizar procedimentos e a definir ações de manutenção” a realizar pelas U/O, no seguimento do RSSPTS que determina que as instalações SEEPMT “deverão ser sujeitas a inspeções periódicas”.

Através da diretiva em vigor são definidas as ações de manutenção e a sua periodicidade, o material de prevenção e segurança a utilizar, modelos de relatórios das ações realizadas, e a atribuição da responsabilidade no âmbito da exploração dos SEEPMT. As U/O da FA, a diferentes níveis, possuem tarefas e responsabilidades distintas, tal como representado na seguinte figura.

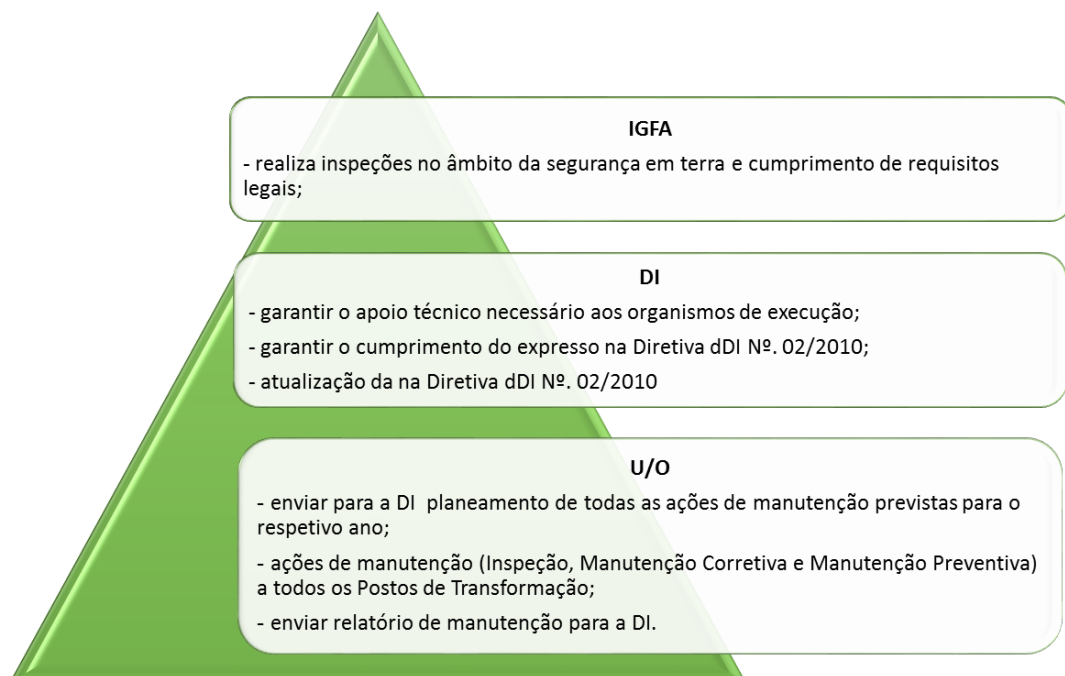


Figura 13 – Responsabilidades no âmbito da manutenção

Ainda na diretiva, de modo a auxiliar a exploração dos SEEPMT estão disponíveis um conjunto de *Check Lists* relativos à operação dos diversos tipos de PT, consoante a ação de



manutenção a realizar, inspeção, manutenção preventiva ou manutenção corretiva, ou consoante a manobra a efetuar. Está também disponível o manual de procedimentos de operação do transformador em PT e vários modelos de relatório a executar (FA, 2010).

A diretiva permitiu aproximar a Direção Técnica das U/O funcionando como um mecanismo de apoio (Costa, 2017), e de transição de ações realizadas “numa base praticamente diária (*daily basis*) (...) aproveitando o conhecimento específico dos intervenientes” (Beato, 2017) para ações devidamente enquadradas que “pela sua especificidade e risco de operação” a exploração dos SEEPMT exige (Costa, 2017).

De uma forma geral as diretrizes de controlo e de apoio técnico explanadas na diretiva para a execução das ações de manutenção dos SEEPMT são suficientes (Ferreira, 2017a, Ferreira, 2017b, Graveto, 2017, Nogueira, 2017, Reis, 2017, Santos, 2017, Serra, 2017). Contudo segundo Ferreira (2017a) as diretrizes deviam ser “particularizadas para cada Unidade”, uma vez que existem sistemas variados na FA, conforme referido anteriormente.

A especificação das diretrizes, nomeadamente dos manuais de operação, definiria as “manobras a efetuar durante o normal funcionamento dos SEEPMT” (Ferreira, 2017a, Santos, 2017), o que seria “vantajoso” (Nogueira, 2017), impediria “erros que comprometam a segurança” (Serra, 2017), evitando assim “prejuízos humanos e materiais” (Graveto, 2017) e também permitiria adequar os métodos de operação a cada situação concreta (Reis, 2017).

Do mesmo modo, atendendo que uma parte significativa dos sistemas “possui um tempo de vida elevado e cuja fiabilidade poderá ser questionável”, que a “interrupção de um dos sistemas usualmente afeta grandes áreas” (Costa, 2017) e “de acordo com experiências vividas no passado” (Beato, 2017), como forma de “mitigar o risco e com vista o aumento da fiabilidade de todo o sistema, poder-se-á recorrer a (...) planos de contingência” (Lopes, 2014, p. 77).

Segundo Beato (2017), é fundamental existirem planos de contingência, à “semelhança de qualquer sistema de cariz militar”, uma vez que permitem à FA uma resposta rápida aos eventos de risco (Ferreira, 2008, p.22) mitigando o impacto face à “anomalia num dos sistemas” e contribuindo para a “operacionalidade das instalações” (Costa, 2017). Simultaneamente, o plano de contingência é também um mecanismo útil para as ações de manutenção (Ferreira, 2017a, Nogueira, 2017, Pinto, 2011 p.5).

De acordo com Nogueira (2017), o AM1 coloca já em prática parte desses planos, “mas tendo em conta às variáveis”, executa-o em “forma de reunião”.

Destaca-se ainda que, os planos de contingência permitiriam “aumentar a prontidão da Unidade” (Graveto, 2017), “melhorar a qualidade e continuidade do fornecimento de energia elétrica” (Ferreira, 2017) e uniformizar os métodos de operação (Santos, 2017) em todo o “espectro de *troubleshooting* de avarias” (Reis, 2017), nomeadamente em caso de “*blackout* total, considerando para o efeito a utilização de recursos estratégicos energéticos, caso necessário” (Beato, 2017).

Relativamente aos recursos financeiros, de acordo com a ERSE (2015b) os custos de manutenção, facilmente quantificáveis (Figura 14), são diminutos quando comparados com os custos em perdas de produção, degradação de equipamentos, diminuição de eficiência ou no caso da FA nos impactos operacionais que daí advêm (Costa, 2017).

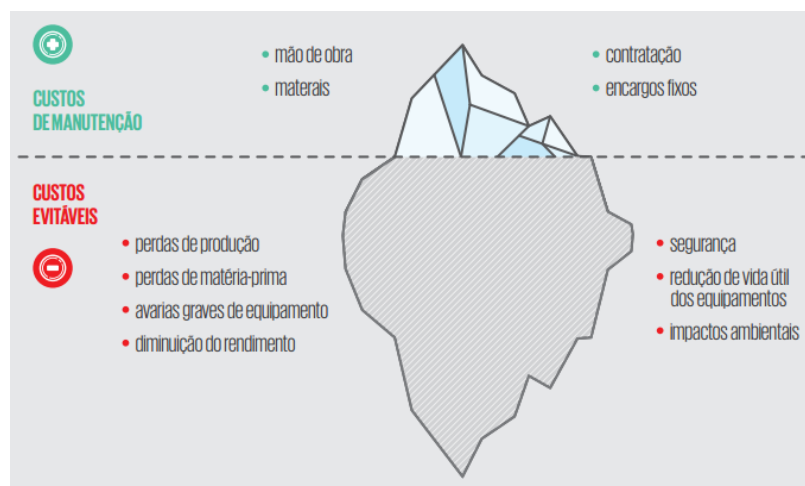


Figura 14 – Custos de manutenção Vs Custos evitáveis

Fonte: (ERSE, 2015b)

De um modo geral, os recursos financeiros são escassos, contudo foram entendidas três situações díspares:

- Recursos não são suficientes para fazer face ao cumprimento da totalidade das ações de manutenção exigidas (Ferreira, 2017b, Serra, 2017);
- Recursos são adequados até certo ponto, solicitando depois o apoio da DI (Ferreira, 2017a, Nogueira, 2017, Santos, 2017);
- Recursos são adequados (Graveto, 2017, Reis, 2017).

Pelo contrário, os recursos materiais são na sua maioria suficientes (Ferreira, 2017a, Ferreira, 2017b, Graveto, 2017, Nogueira, 2017, Reis, 2017, Serra, 2017), havendo também o contributo da DI (Ferreira, 2017a, Nogueira, 2017, Santos, 2017) através de equipamentos específicos e óleo dielétrico para transformadores (Veloso, 2017, Costa, 2017)

No que diz respeito aos recursos humanos, é fundamental possuir conhecimentos técnicos específicos, uma vez que os riscos envolvidos na exploração destes sistemas são



consideráveis (Costa, 2017). Contudo os recursos atuais não são os mais adequados havendo “alguns reportes por parte de U/O, identificando a existência de técnicos sem as qualificações necessárias para manobrar aparelhagem de MT” (Beato, 2017).

Neste sentido, segundo Ferreira (2017a) no que “respeita a qualificações, a existente é muito rudimentar e muitas vezes inexistente”, sendo que a formação (Costa, 2017) e o desenvolvimento do seu conhecimento baseia-se sobretudo no *on job training* (Costa, 2017, Ferreira, 2017a, Graveto, 2017) e na passagem de conhecimento pelo pessoal mais experiente (Veloso, 2017, Ferreira, 2017a).

Contudo, apesar de haver um esforço no sentido de “mitigar o problema identificado”, quer a médio/longo prazo através da “reestruturação dos referenciais de formação do CFP (curso de formação de praças) e do CFS (curso de formação de sargentos), da especialidade MELECT”⁷, quer a curto prazo através do Grupo de Formação do CFMTFA⁸ (Beato, 2017). Destaca-se ainda a colaboração da DI com o CFMTFA e com as U/O nas diversas ações de exploração de SEEPMT (Costa, 2017), sendo ainda necessário reforçar a formação (Costa, 2017, Nogueira, 2017, Serra, 2017, Ferreira, 2017a, Reis, 2017).

De facto, a falta de formação é um fator essencial uma vez que origina em grande parte as dificuldades sentidas no cumprimento das ações de exploração (Costa, 2017).

Em suma, tendo em vista a segurança das intervenções e a melhoria da qualidade da energia, e como contributo para a exploração dos SEEPMT da FA, será necessário desenvolver manuais de operação específicos para cada PT existente, planos de contingência por cada U/O, bem como reforçar a formação ao nível dos SEEPMT.

Após a análise efetuada é assim possível responder à PD2 – Que medidas adicionais poderão ser implementadas de forma a contribuir para a exploração dos SEEPMT da FA? Deste modo, torna-se possível validar a H2 – Existem medidas complementares ao processo de exploração atual que poderão ser implementadas, nomeadamente, ao nível da formação, da elaboração de manuais de operação e de planos de contingência.

⁷Foram incluídas pela CTE MELECT Unidades de Formação de Curta Duração destinadas aos SEEPMT (Beato, 2017)

⁸Curso de formação no âmbito da MT, predominantemente dirigido aos militares colocados nas U/O/S com responsabilidade na manutenção deste tipo de sistemas” (Beato, 2017)



2.4. Planejamento

De acordo com o referido anteriormente no ponto 2.1 a FA apresenta um conjunto de infraestruturas elétricas de grande dimensão, sendo “fundamental conhecê-las profundamente” Beato (2017).

Por conseguinte, de acordo com Veloso (2014b, cit por Gonçalves, 2015, p. 23) não havendo “uma memória histórica dos processos e a informação perde-se”.

Por outro lado, segundo Páscoa (2014, cit por Gonçalves, 2015, p.23) “havendo uma base de dados (informação), existe “memória organizacional”, o que agiliza qualquer intervenção (Barbosa, 2014, cit por Gonçalves, 2015, p.23).

A base de dados existente deveria refletir o inventário dos SEEPMT, detendo a “especificação detalhada (...) e respetivo estado de conservação” de “todos os componentes e equipamentos constituintes dos sistemas em apreço”, contudo a base de dados existente é diminuta (Beato, 2017).

Segundo Costa (2017), este processo foi iniciado com a implementação da Diretiva Técnica dDI 02/2010, uma vez que um dos motivos da sua criação foi “organizar e garantir uma *picture* das instalações e do seu estado de conservação e operação”.

No que diz respeito ao estado de conservação e necessidades de intervenção de acordo com Costa (2017), existem algumas situações que podem comprometer as alimentações MT, e que são o resultado de “dois fatores, o elevado tempo de vida dos equipamentos e da falta de manutenção”.

De acordo com o verificado anteriormente, apesar de a base de dados atual não corresponder à totalidade das especificações dos SEEPMT, existe atualmente disponível o inventário dos transformadores de potência. Assim, atendendo que “os transformadores de potência são os equipamentos mais importantes nos sistemas alvo de estudo, devido à sua função, ao seu valor económico e pelos aspetos de segurança, dado tratar-se de equipamentos potencialmente muito perigosos, em caso de falha” (Soares, 2011, p.1), foi possível deduzir o estado de conservação dos SEEPMT avaliando o seu tempo de vida conforme a figura seguinte.

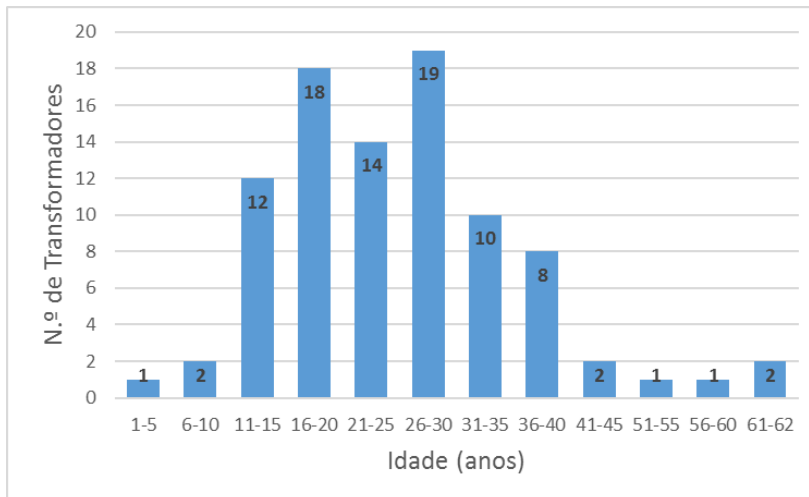


Figura 15 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade

Fonte: (Direção de Infraestruturas, 2017)

Deste modo, é possível concluir que parte das infraestruturas em causa já ultrapassou os 30 anos de vida útil, definidos no NCSA (NATO, 2011, p.15).

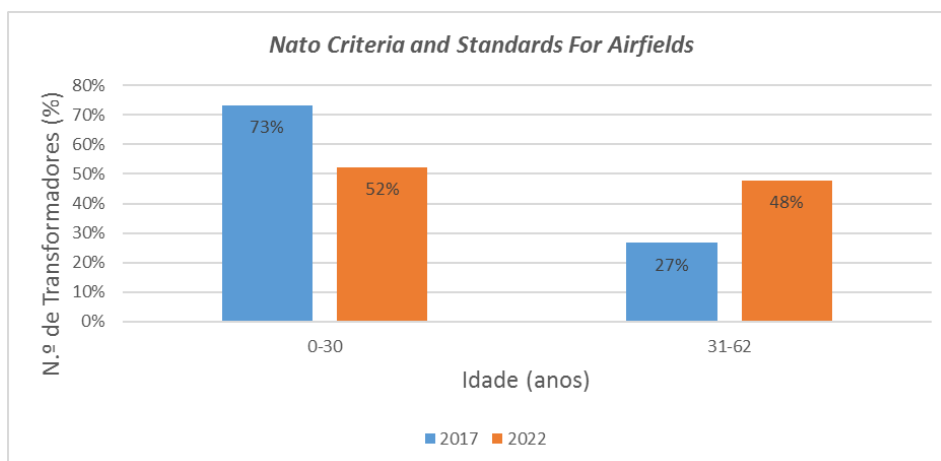


Figura 16 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – NCSA

Fonte: (Direção de Infraestruturas, 2017)

Contudo segundo, Martins (2009, p.8) é possível considerar outras perspetivas na avaliação da vida útil de um transformador, nomeadamente do ponto de vista meramente estatístico (vida útil entre os 17 e 18 anos), ou então do ponto de vista de “casos muito favoráveis”⁹ (vida útil de 55 anos) conforme Apêndice B.

No caso em concreto será avaliado segundo a vida útil estipulada no NCSA pelo que atualmente 27% dos transformadores estão acima da idade estipulada. Realça-se também o

⁹ “Ocorrência dum lento envelhecimento do transformador, (carga muito baixa, adequada manutenção e inexistência de problemas na rede, que possam afetar o transformador) (Martins, 2009, p.8)



facto que daqui a apenas cinco anos o valor sobe para sensivelmente metade do valor total (48%).

Da mesma forma, é possível identificar algumas situações de avaria ou de mau estado de conservação decorrentes das inspeções realizadas pela IGFA, expressas no Anexo 2 e da “experiência técnica acumulada” Costa (2017), destacando-se os elementos e equipamentos de AT, constituintes da subestação do AM1 – Ovar” (Beato, 2017, Costa, 2017, Nogueira, 2017), ”celas de proteção” na BA6 (Ferreira, 2017b), infiltrações e também relativas à disponibilidade dos equipamentos de proteção dos diferentes PT na BA11” (Ferreira, 2017a).

Por outro lado, existem as “experiências vividas no passado” que “vieram a comprometer o desempenho da missão da FA” (Beato, 2017), como por exemplo a avaria de um transformador de potência que “alimentava as infraestruturas operacionais na zona sul da BA5”¹⁰ (Beato, 2017, Graveto, 2017) e mais recentemente a avaria de um cabo de distribuição de energia em MT e respetivo disjuntor de proteção no Complexo de Alfragide, o que implicou o “corte do fornecimento de energia (...) do *Data Center*” e que “finda a autonomia da UPS” provocou o “*blackout* da transmissão e processamento de dados” (Beato, 2017), nomeadamente dos “acessos à *internet* e redes de dados internos durante aproximadamente 4 horas, o que impediu inclusivamente o cumprimento de missões operacionais” realçando as lacunas ao nível da fiabilidade dos equipamentos¹¹ (Costa, 2017).

No contexto da gestão de risco, de modo a ultrapassar constrangimentos na exploração do SEEPMT, tem havido colaboração entre a SEES e a SE da DI, no sentido de “desenvolvimento de diretivas técnicas, na partilha de experiências, de conceitos e de soluções”, e com as Esquadras e Esquadrilhas de Manutenção de cada U/O/S, com o objetivo de “identificar e analisar avarias, limitações ou outros problemas identificados no terreno, com vista a aconselhar os técnicos e a debater soluções possíveis” (Beato, 2017), contribuindo para a identificação e análise de risco, conforme referido anteriormente através da probabilidade ou frequência de ocorrência de um dado evento e as suas consequências (Hull, 1992, cit. por Ferreira, 2008, p.3). No entanto tratam-se, na maioria das vezes, de “contactos informais (...) para evitar a escalada de eventuais problemas e avarias, ou para

¹⁰ “único equipamento existente na Unidade, responsável pela transformação (do nível de tensão) de energia de 15kV para 10kV, (...) implicou (...) diversos grupos geradores, fixos e móveis, (...) ao longo de meses (...) dispêndio acrescido de recursos humanos (...) e logísticos” (Beato, 2017).

¹¹ Destaca-se também a “falta de experiência dos técnicos da manutenção e falta inclusivamente de redundância ao circuito com avaria” (Costa, 2017)



colmatar eventuais limitações na exploração deste tipo de sistemas”, os quais “não ficam registados no historial” (Beato, 2017).

Por último, relativamente ao planeamento do investimento poderá ser avaliado na vertente de curto, médio e longo prazo.

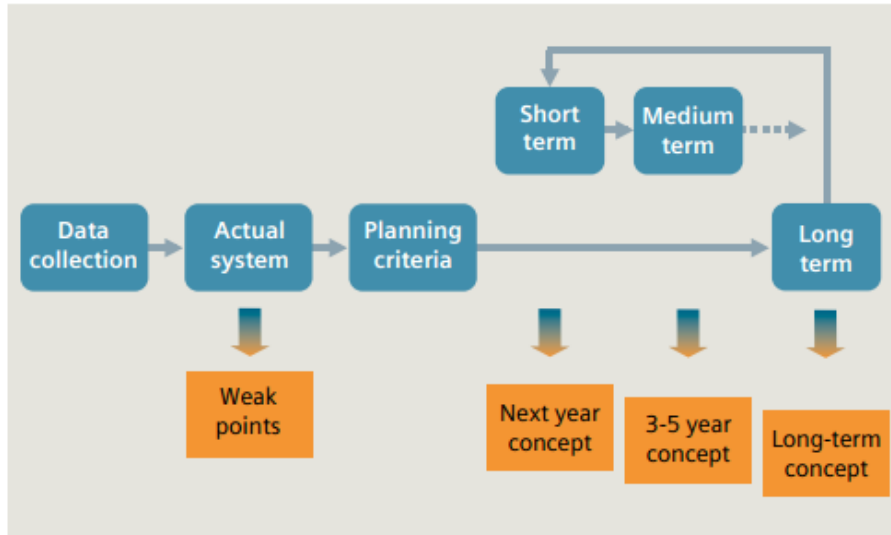


Figura 17 – Processo de planeamento estratégico.

Fonte: (Siemens, 2017)

No que diz respeito ao planeamento de curto prazo é executado “sobretudo na base do risco e da prioridade face a outras necessidades” (Costa, 2017) estando previstas verbas anuais no orçamento da DI, para intervenções pontuais nos SEEPMT e também para a avaliação dos transformadores existentes, as quais apesar de escassas (Costa, 2017, Veloso, 2017) traduzem a importância destes sistemas.

Relativamente ao planeamento a médio/longo prazo é inexistente (Beato, 2017, Costa, 2017, Veloso, 2017), sendo em parte o resultado da limitação de recursos humanos (Veloso, 2017).

Segundo Beato (2017), os planos de ação e a definição de uma estratégia concertada constituem-se medidas a tomar para melhorar a operacionalidade dos SEEPMT, sendo a base de dados o ponto de partida para um plano de desenvolvimento (Beato, 2017, Costa, 2017, SIEMENS, 2017, p.527), e que poderia também passar pela análise de “diagramas de carga¹² associados (...) à criticidade (ou prioridade no funcionamento) das cargas críticas (...) eventual alteração à filosofia das redes de distribuição de energia em MT, com o intuito de otimizar a exploração e manutenção dos sistemas instalados, bem como de aumentar a

¹² Através da implementação de um sistema de monitorização remota do estado (Beato, 2017)



fiabilidade do fornecimento de energia elétrica às infraestruturas de apoio à missão, onde se incluem sistemas de sinalização luminosa de aeródromos, comunicações e sistemas de apoio à navegação, entre outros” (Beato, 2017).

As “visitas técnicas”, “inspeções IGFA”, “planos de obras propostos pelos Comandos Funcionais e pela própria DI” através do tratamento documental resultante da Diretiva Técnica 02/2010 da DI são também elementos basilares para contributo da base de dados. (Costa, 2017)

Neste âmbito, será de maior relevância a divulgação ao nível superior dos riscos inerentes à inoperacionalidade destes sistemas quer pelo estado de conservação quer pela fiabilidade dos sistemas e dos riscos consequentes (Costa, 2017). O mesmo se passa ao nível das U/O, uma vez que na maior parte dos casos a preocupação e sensibilidade relativamente à operacionalidade dos SEEPMT, resume-se ao nível de comandante de esquadrilha ou de esquadra (Ferreira, 2017a, Graveto, 2017, Nogueira, 2017, Serra, 2017) com exceção das situações em que a exploração normal seja afetada (Ferreira, 2017, Nogueira, 2017).

Os planos de desenvolvimento permitem “identificar um caminho de atualização dos sistemas”, com vista também à segurança, uma vez que a operação se reveste inclusivamente de risco para a instalação e pessoas (Costa, 2017)

Efetivamente, para o planeamento do investimento será fundamental definir a necessidade de financiamentos através de um plano diretor (Costa, 2017).

Deste modo, constata-se que o planeamento que está a ser desenvolvido não é suficiente, dado que se enquadra apenas numa visão a curto prazo não se precavendo o futuro dos SEEPMT e consequente impacto operacional na missão da FA. Conclui-se assim a validação da H3 – O processo de planeamento do SEEPMT é insuficiente para as necessidades da FA, respondendo então à PD3 - Será que o processo de planeamento dos SEEPMT da FA é adequado às suas necessidades?

Assim, e perante o teste das hipóteses, pode-se agora responder à PP sobre a qual se conduziu a investigação: Será que o processo de gestão atual dos SEEPMT é o mais adequado para garantir a sua operacionalidade?

Em suma, apesar de processo de gestão atual dos SEEPMT na sua fase de aquisição encontrar-se adequado, é necessário tendo em vista a fiabilidade, a qualidade da energia, e como contributo para a operacionalidade dos SEEPMT da FA, desenvolver manuais de operação específicos para cada PT existente, planos de contingência por cada U/O, reforçar a formação ao nível dos SEEPMT bem como reformular o planeamento atual, dado que



apenas se enquadra numa visão a curto prazo, não precavendo o futuro dos SEEPMT e consequente impacto operacional na missão da FA.



Conclusões

“Electrical science has revealed to us the true nature of light, has provided us with innumerable appliances and instruments of precision, and has thereby vastly added to the exactness of our knowledge.”

Nikola Tesla

A crise económica que se vive tem implicações diretas na FA, a qual atendendo a esta situação tem tentado ajustar-se ao meio em que está inserida, mas mantendo o foco principal da FA que é o cumprimento da sua missão.

Neste contexto, a FA como entidade consumidora de elevadas quantidades de energia elétrica possui sistemas de energia elétrica de potência muito significativos e de grande complexidade, imprescindíveis para o cumprimento da sua missão, dado que a ocorrência de falhas, cortes e avarias resultam na inoperacionalidade de inúmeros sistemas, dos quais se destacam, sistemas de armas, sistemas de comunicações, sistemas informáticos, sistemas de segurança e sistemas de iluminação e sinalização.

Contudo, apesar da verificação que os SEEPMT estão de acordo com a Legislação, Regulamentos e Normas em vigor, parte das infraestruturas em causa já ultrapassaram o tempo da sua vida útil (30 anos), apresentando debilidades no seu estado de conservação e de fiabilidade.

Deste modo, de forma a resolver este desafio foi definida a seguinte PP: Será que o processo de gestão atual dos SEEPMT é o mais adequado para garantir a sua operacionalidade?

Sustentada pelos seguintes objetivos:

- Geral: analisar a gestão dos SEEP na FA, na perspetiva de contribuir para a melhoria da operacionalidade dos sistemas em questão e conseqüentemente para o cumprimento da missão da FA.
- Específicos: avaliar os SEEP na FA do ponto de vista dos métodos e práticas correntes de gestão, dos impactos operacionais e das soluções que favoreçam a otimização dos recursos e a melhoria da operacionalidade.

A metodologia seguida no decorrer do TII assentou em leituras preliminares e em entrevistas exploratórias, que permitiram enformar uma base teórica.



No primeiro capítulo efetuou-se a revisão da literatura, através do estado da arte e enquadramento legal e normativo dos SEEPMT, bem como a explicitação dos vários conceitos a ele associados.

Ainda no primeiro capítulo foi identificado o enquadramento legal e normativo dos SEEPMT designadamente ao nível, do RSSPTS, do RSRDEEBT e também do NCSA, legislação esta que permite uniformizar procedimentos, definir ações de manutenção e definir as condições técnicas de conceção e exploração.

Na sequência da revisão da literatura foi definido o modelo de gestão dos SEEPMT ao longo do seu ciclo de vida, tendo-se identificado os seus elementos essenciais, que estão na base da estrutura do trabalho, nomeadamente: o planeamento, a aquisição e a exploração.

De seguida, foi também possível destacar em cada uma das fases identificadas três elementos essenciais, nomeadamente ao nível do planeamento, através da necessidade da existência de bases de dados, da gestão de risco e de planos de investimento concretos. No que diz respeito ao processo de aquisição, através da identificação de necessidades, do projeto (conceção) e instalação (implementação). Por fim, identificou-se ainda, que de uma forma simplificada a exploração envolve a operação, a manutenção e a monitorização.

Por fim foi apresentada a metodologia seguida, desenvolvida segundo o domínio conceptual e metodológico. Assim, no domínio conceptual partindo do conhecimento obtido, foi desenvolvido o quadro conceptual constituído por conceitos assentes no contexto de gestão otimizada dos SEEPMT em Portugal, posteriormente desconstruídos em dimensões e indicadores de modo a permitir a verificação das hipóteses propostas e as respostas às PD e PP.

Relativamente ao seu percurso metodológico, a investigação incluiu três fases distintas, nomeadamente a fase exploratória; a fase analítica e a fase conclusiva, tendo para o efeito sido utilizado o raciocínio hipotético dedutivo e seguindo uma estratégia de investigação qualitativa. Do mesmo modo, a investigação em questão procurou recolher informação sobre o fenómeno particular que é a operacionalidade dos SEEPMT no contexto da FA, pelo que o tipo de pesquisa adotado foi o estudo de caso.

A recolha e tratamento de dados, foi realizada através de técnicas de recolha documentais, da análise de documentos internos da FA, ou não documentais e através de entrevistas semiestruturadas, com guião previamente definido, a uma amostra empírica intencional de 10 elementos selecionada com base na afinidade dos entrevistados aos processos de planeamento, aquisição e exploração dos SEEPMT.



No segundo e último capítulo como resultado da investigação efetuada foram analisados os SEEPMT na FA, através do seu processo de gestão, nomeadamente os processos de aquisição, de exploração, e de planeamento, e respetiva avaliação e discussão dos resultados obtidos, de modo a verificar as hipóteses, e consequentemente responder às perguntas derivadas.

Assim, da análise do processo de aquisição na FA, concluiu-se que corresponde aos requisitos essenciais definidos no modelo de gestão dos SEEPMT, uma vez que os projetos relativos à beneficiação, remodelação ou construção de novos SEEPMT procuram responder às necessidades e requisitos da FA e são elaborados de acordo com a legislação, regulamentos e normas em vigor. Por outro lado, prevêm o acompanhamento da sua implementação, até à aceitação das instalações elétricas, o que permitiu validar a primeira hipótese, H1 – O processo de aquisição é adequado aos SEEPMT e responder, deste modo, à PD1 – De que forma o processo de aquisição afeta os SEEPMT da FA?

De seguida incidu-se sobre a exploração, tendo-se verificado a existência de documentos legais de aplicação nacional e de diretivas de aplicação interna na FA. As diretivas internas uniformizam procedimentos, através de *Check Lists* relativos à operação de PT e manual de procedimentos de operação do transformador em PT, e definem ações de manutenção, designadamente a periodicidade, o material de prevenção e segurança a utilizar, modelos de relatórios das ações realizadas, e a atribuição da responsabilidade no âmbito da exploração dos SEEPMT. Por fim são elaborados os relatórios das ações efetuadas de acordo com os modelos também definidos na diretiva.

Contudo, foram identificadas possibilidades de melhoria ao nível da manutenção e operação, nomeadamente no que diz respeito aos manuais de operação, à formação e à inexistência de planos de contingência.

Assim, tendo em vista a segurança das intervenções e a melhoria da qualidade da energia, e como contributo para a exploração dos SEEPMT da FA, concluiu-se ser necessário desenvolver manuais de operação específicos para cada PT existente, planos de contingência por cada U/O, bem como reforçar a formação ao nível dos SEEPMT, respondendo então à PD2 – Que medidas adicionais poderão ser implementadas de forma a contribuir para a exploração dos SEEPMT da FA? e possibilitou a validação da H2 – Existem medidas complementares ao processo de exploração atual que poderão ser implementadas, nomeadamente, ao nível da formação, da elaboração de manuais de operação e de planos de contingência.



No que diz respeito ao planeamento dos SEEPMT, e com vista a responder à PD3 foi analisado o planeamento dos SEEPMT na FA, do ponto de vista da base de dados existente, da necessidade da gestão baseada na análise de risco e no respetivo planeamento de investimento.

Deste modo, verificou-se que, se por um lado existe uma base de dados dos SEEPMT, por outro, ela ainda é limitada. Da mesma forma, considerando os custos associados de elevada dimensão, é de extrema importância a gestão dos SEEPMT assentes na identificação e análise de risco, através da probabilidade ou frequência de ocorrência de um dado evento e as suas consequências. O planeamento do investimento é igualmente fundamental, para a otimização de recursos e do aumento da fiabilidade e da qualidade do fornecimento de energia elétrica na FA, atendendo às restrições económicas atuais.

Foi então possível constatar-se que o planeamento realizado na FA não é suficiente, uma vez que se enquadra apenas numa visão a curto prazo não precavendo o futuro dos SEEPMT e os impactos operacionais na missão da FA que poderão ocorrer.

Deste modo, validou-se a H3 – O processo de planeamento do SEEPMT é insuficiente para as necessidades da FA, o que possibilitou responder à PD3 - Será que o processo de planeamento dos SEEPMT da FA é adequado às suas necessidades?

Por fim, com base no trabalho desenvolvido, após a verificação das três hipóteses, que possibilitam a resposta às três PD, foi então dada uma resposta à PP sobre a qual se conduziu a investigação: Será que o processo de gestão atual dos SEEPMT é o mais adequado para garantir a sua operacionalidade?

O processo de gestão atual dos SEEPMT na sua fase de aquisição encontra-se adequado. No entanto, tendo em vista a fiabilidade, a qualidade da energia, e como contributo para a operacionalidade dos SEEPMT da FA, torna-se necessário desenvolver manuais de operação específicos para os diversos postos de transformação, planos de contingência por cada U/O, reforçar a formação ao nível dos SEEPMT, bem como reformular o planeamento atual, precavendo não só a visão a curto prazo, mas também o futuro dos SEEPMT, assente na gestão de risco, e conseqüente impacto operacional na missão da FA.

Por conseguinte, após a apresentação das principais conclusões deste TII, importa agora elencar as limitações enfrentadas no decorrer da investigação e efetuar recomendações para investigações futuras.



A principal limitação enfrentada foi a dimensão do TII pré-estabelecida dada a abrangência e complexidade do tema mesmo limitando a investigação aos SEEPMT.

Da mesma forma, considerando a delimitação proposta em termos temporais, espaciais e conceptuais ficam por desenvolver várias orientações possíveis para pesquisas futura, como por exemplo:

- Operacionalidade de SEEP de Baixa Tensão (BT);
- Operacionalidade de SEEP de Fontes de Alimentação de Recurso (FAR);
- Elaboração de um manual de operação dos SEEMPT específico para cada posto de transformação, em colaboração com a DI, DINST e CFMTFA;
- Elaboração de planos de contingência SEEMPT para cada U/O/S;
- Viabilidade da centralização da manutenção dos SEEPMT na DI;
- Adequação da formação no âmbito da MT aos militares colocados nas U/O/S com responsabilidade na manutenção deste tipo de sistemas;
- Viabilidade técnico-económica da implementação de um sistema de monitorização remoto dos SEEPMT;
- Gestão dos SEEPMT na FA baseado na metodologia usada na gestão de risco.

Por fim, como resultado deste trabalho de investigação, e tendo em vista a sua implementação recomenda-se que:

O EMFA:

- Desenvolva em colaboração com o CA e CLAFa/DI os planos de contingência a implementar nos SEEPMT;
- Defina, com o CA e CLAFa/DI, a doutrina ao nível da gestão de risco neste tipo de sistemas.

O CPESFA/ DINST:

- Integre a formação complementar de praças e sargentos MELECT no âmbito da exploração dos SEEPMT;

O CLAFa/DI:

- Seja reforçado com verbas que sejam atribuídas para a aquisição e exploração dos SEEPMT;
- Efetuar, em coordenação com as U/O e em colaboração com a DCSI, o levantamento do inventário e das necessidades de intervenção em SEEPMT na FA de forma a formular um Plano de Investimento e Desenvolvimento.



Bibliografia

(a) Livro

Freixo, M. J. V., 2012. *Metodologia Científica*. 4.^a ed. Lisboa: Instituto Piaget.

Guerra, I.C., 2006. *Pesquisa Qualitativa e Análise de Conteúdo - Sentidos e formas de uso*. Cascais: Principia.

Paiva, J. P. S., 2005. *Redes de Energia Elétrica: Uma análise sistémica*. 1.^a Edição. Lisboa: IST Press.

Puret, C., 1992. *MV Public Distribution Networks Throughout the World, Schneider Electric, Cahier Technique n° 155*. 1.^a ed. Paris.

Quivy, R, Campenhoudt, LV, 2005. *Manual de investigação em ciências sociais*. 4.^a Edição. Lisboa: Gradiva.

Sousa, M. J. & Baptista, C. S., 2011. *Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios segundo Bolonha*. 1.^a ed. Lisboa: Lidel.

(b) Livro eletrónico (e-book)

Anglia Ruskin University, 2013. *Guide to the harvard style of referencing*. 5th edition. Disponível em: http://libweb.anglia.ac.uk/referencing/files/Harvard_referencing_2013.pdf, [consult. 21 out. 2016].

(c) Artigos eletrónicos

Alves, M. F., 1999. *Abc dos sistemas eléctricos de energia*. [Em linha]. ISEP. Disponível em: http://ave.dee.isep.ipp.pt/~mjf/PubDid/ABC_SEE.PDF, [Acedido. 20 nov. 2016].

Barbosa, F. B., 2013. *Análise da fiabilidade da rede de transporte e distribuição*. [Em linha]. FEUP. Disponível em: http://paginas.fe.up.pt/~fmb/Textos/Fiabilidade_RedeTransporteeDistribuicao2013.pdf, [Acedido. 20 nov. 2016].

Castro, R., Sousa, D. M., 2017. *O Sistema de Energia Elétrica*. [Em linha]. IST. Disponível em: https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/282093452028495/energia_main.pdf, [Acedido. 3 jan. 2017].

EDP, 2011. *Guia de boas práticas para integração paisagística de infraestruturas elétricas (vol. 1)*. [Em linha]. EDP. Disponível em: [http://www.edpdistribuicao.pt/pt/ambiente/desempenhoambiental/Documentos/Guia%20de%20boas%20pr%C3%A1ticas%20para%20integra%C3%A7%C3%A3o%20paisag%C3%ADstica%20de%20infraestruturas%20el%C3%A9tricas%20\(vol.%201\).pdf](http://www.edpdistribuicao.pt/pt/ambiente/desempenhoambiental/Documentos/Guia%20de%20boas%20pr%C3%A1ticas%20para%20integra%C3%A7%C3%A3o%20paisag%C3%ADstica%20de%20infraestruturas%20el%C3%A9tricas%20(vol.%201).pdf), [Acedido. 20 nov. 2016].



- EDP, 2014. *Plano de Desenvolvimento e Investimento da Rede de Distribuição 2015 -2019*. [Em linha]. EDP. Disponível em: http://www.erse.pt/pt/consultaspublicas/consultas/Documents/49_1/PDIRD%202015-2019%20-%20Plano.pdf, [Acedido. 4 dez. 2016].
- EDP, 2015a. *Manual de ligações à rede elétrica do serviço público – guia técnico e logístico de boas práticas*. [Em linha]. EDP. Disponível em: http://www.edpdistribuicao.pt/pt/profissionais/EDP%20Documents/EDP%20Distribui%C3%A7%C3%A3o_Manual_Liga%C3%A7%C3%B5es_2015.pdf, [Acedido. 20 nov. 2016].
- EDP, 2015b. *Um modelo global e integrado de gestão do risco - O Caso do Grupo EDP*. [Em linha]. IPCG. Disponível em: http://www.cgov.pt/images/stories/ficheiros/apresentacao_dr_pedro_neves_ferreira_edp.pdf, [Acedido. 19 mai. 2017].
- EDP, 2016. *Relatório Social 2016*. [Em linha]. EDP. Disponível em: http://www.edp.pt/pt/sustentabilidade/PublicacoesRelatorios/EDPDocuments/EDPRelatoriSocial2016_v19.04.pdf, [Acedido. 19 mai. 2017].
- ERSE, 2013. *Manual de procedimentos da qualidade de serviço do setor elétrico*. [Em linha]. ERSE. Disponível em: http://www.erse.pt/pt/consultaspublicas/consultas/Documents/43_Docs_para_consulta/43-RQS-SE-2013-MPQS.pdf, [Acedido. 5 dez. 2016].
- ERSE, 2015a. *Manual de Boas Práticas para a Manutenção de Postos de Transformação de Cliente*. [Em linha]. ERSE. Disponível em: http://campanhaqualidadeservico.erse.pt/files/iniciativas/1/Manual_Boas_Praticas_Manutencao_PTC.pdf, [Acedido. 5 dez. 2016].
- ERSE, 2015b. *Sensibilização para a manutenção de postos de transformação de cliente*. [Em linha]. ERSE. Disponível em: http://campanhaqualidadeservico.erse.pt/files/iniciativas/1/Folheto_Sensibilizacao_Manutencao_PTC.pdf, [Acedido. 30 nov. 2016].
- IEA, 2013. *Electricity Networks: Infrastructure and Operations*. [Em linha]. IEA. Disponível em: https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/ElectricityNetworks_2013_FINAL.pdf, [Acedido. 30 nov. 2016].
- FA, 2015. *Relatório de Gestão 2015*. [Em linha]. FA. Disponível em: http://www.emfa.pt/www/conteudos/relatorio_gestao_2015.pdf, [Acedido. 30 nov. 2016].



- Martins, M.A.G., 2009. *Gestão da vida útil dos transformadores*. [Em linha]. SCIELO. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-83122009000200002, [Acedido. 28 abr. 2017].
- MDN, 2013. *Anuário Estatístico da Defesa Nacional*. [Em linha]. MDN. Disponível em: <http://www.portugal.gov.pt/media/20512593/anuario-estatistico-dn-2013.pdf>, [Acedido. 30 nov. 2016].
- SIEMENS, 2013. *Fornecimento de energia sustentável, Totally Integrated Power – Suporte, produtos e sistemas para a distribuição integrada de energia eléctrica*. [Em linha]. SIEMENS. Disponível em: https://extranet.siemens.pt/apps/facim2015/assets/download/PT_Broschure_Totally_Integrated_Power_2013_neues_Grid_Mocambique.pdf, [Acedido. 07 abr. 2017].
- SIEMENS, 2016. *Planning of Electric Power Distribution - Technical Principles*. [Em linha]. SIEMENS. Disponível em: https://w3.siemens.com/powerdistribution/global/en/consultant-support/download-center/tabcardpages/documents/planning-manuals/planning_of_electric_power_distribution_technical_principles.pdf, [Acedido. 07 abr. 2017].
- SIEMENS, 2017. *Power Engineering Guide*. [Em linha]. SIEMENS. Disponível em: <http://siemens.com/power-engineering-guide>, [Acedido. 07 abr. 2017].
- Stellingwerf, R, Zandhuid 2013. *ISO21500: Guidance on project management – A Pocket Guide*. [Em linha]. VANHAREN. Disponível em: <http://www.vanharen.net/Samplefiles/9789087538095SMPL.pdf>, [Acedido. 08 abr. 2017].
- Tomás, V., 2012. *Evolução QS da rede de distribuição MT em Portugal continental e próximos desafios*. [Em linha]. OE. Disponível em: http://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/regioes/regiaoocentro/sextoestecnicas/conferencia_ordemengenheiros_14maio2012_v3.pdf, [Acedido. 30 dez. 2016].

(d) Informação retirada de Portal/página Web

- DGEG, 2016. *Política energética*. [Em linha]. Disponível em: <http://www.dgeg.pt/> [consult. 20 nov. 2016];
- EC, 2016. *Environment and energy*. [Em linha]. Disponível em: <http://ec.europa.eu/eurostat/>, [consult. 20 nov. 2016];
- IEA, 2016. *Statistics*. [Em linha]. Disponível em: <http://www.iea.org/>, [consult. 19 nov. 2016];



PORDATA, 2016. *Environment and energy*. [Em linha]. Disponível em: <http://www.pordata.pt/>, [consult. 25 nov. 2016].

(e) Documentos legais

CM, 2013. *Conceito Estratégico de Defesa Nacional 2013*. (Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013, de 5 de abril). Lisboa: Diário da República.

CM, 2014. *Lei da Organização da Força Aérea*. (DL n.º187/2014 de 29 de dezembro). Lisboa: Diário da República.

FA, 2011. *Diretiva n.º 1 do CEMFA*. Lisboa.

FA, 2013. *Diretiva n.º 4 do CEMFA*. Lisboa.

MEID, 2010. *Portaria n.º596/2010 de 30 de junho*. Lisboa: Diário da República.

(f) Teses e dissertações

Caldas, A.N., 2015. *Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Decisão para a manutenção preditiva dos ativos de uma subestação elétrica*. Dissertação de mestrado em Engenharia Informática e Computação. Faculdade de Engenharia do Porto.

Camisa, J.M., 2009. *Racionalização e otimização de infraestruturas militares face aos novos sistemas de armas*. Trabalho de investigação individual no Curso de promoção a oficial general 2008/2009. Instituto de Estudos Superiores Militares.

Carvalho, G.F.B., 2012. *Gestão de consumo de energia na Força Aérea*. Trabalho de investigação individual no Curso de promoção a oficial superior 2011/2012. Instituto de Estudos Superiores Militares.

Castro, M.J.M.S., 2013. *Gestão da Manutenção na Competitividade das PME do Sector Industrial Transformador Português*. Dissertação de mestrado em Gestão. Instituto Superior de Gestão.

Costa, P.M.S., 2011. *Alternativas à alimentação de energia elétrica das estações de comunicações da Força Aérea*. Trabalho de investigação individual no Curso de promoção a oficial superior 2010/2011. Instituto de Estudos Superiores Militares.

Fecha, J.F.F., 2012. *Aplicação da PAS 55 ao Departamento de Operação e Manutenção da Operadora da Rede Elétrica de Distribuição*. Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia do Porto.

Ferreira, I.H.F., 2008. *Gestão do Risco Industrial numa Central Termoelétrica de Ciclo Combinado*. Dissertação de mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Instituto Superior Técnico.



- Gil, F.M.T.C., 2009. *Deteção de Defeitos em Redes de Distribuição Secundária*. Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Gonçalves, A.C.F.G.P., 2015. *A gestão das infraestruturas aeronáuticas*. Trabalho de investigação individual no Curso de promoção a oficial superior 2014/2015. Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Lopes, M.V.F., 2014. *Desenvolvimento de um modelo para determinação do índice de saúde e respetiva probabilidade de falha para disjuntores AT e MT – Estágio na EDP Distribuição*. Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Santos, V.A.G.S., 2012. *Continuidade de Serviço nas Redes de Distribuição de Energia Elétrica*. Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Soares, M.A.P.L., 2011. *Elementos para a Gestão do Ciclo de Vida de Transformadores Eléctricos de Potência*. Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Pinto, J.M.P., 2011. *Realização de planos de contingência de subestações e propostas de investimento inerentes*. Dissertação de mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia do Porto.
- Pinto, M.F.M., 2015. *Gestão do ciclo de vida de um sistema de armas da FAP – Definição de um modelo de gestão*. Trabalho de investigação individual no Curso de promoção a oficial superior 2014/2015. Instituto de Estudos Superiores Militares.

(g) Comunicações em conferências, congressos, seminários

- Carvalho, G., 2013. Arquitetura de redes elétricas. In: CFMTFA, 2013. Curso de Média Tensão 2013. Ota.
- Lima, J.M.M.V., 2016. Metodologia da investigação: fase exploratória da investigação. In: Instituto Universitário Militar, 2016. Curso de Promoção a Oficial Superior 2016/2017. Pedrouços.
- Santos, R.J.R.P., 2016. Metodologia da investigação científica: conceitos e princípios associados ao método científico. In: Instituto Universitário Militar, 2016. Curso de Promoção a Oficial Superior 2016/2017. Pedrouços.

(h) Publicações oficiais



- Federal Aviation Administration, 2014. *Design and Installation Details for Airport Visual Aids*. (AC 150/5340-30H). Washington: U.S. Department of Transportation.
- Federal Aviation Administration, 2014. *Maintenance of airport visual aid facilities* (AC 150/5340-26C). Washington: U.S. Department of Transportation.
- FA, 2010. *Manutenção de postos de transformação* (Diretiva dDI N.º 02/2010). Direção de Infraestruturas. Lisboa
- IESM, 2016. *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação*. Pedrouços: IESM.
- IESM, 2015a. *Regras de apresentação e referenciação para os trabalhos escritos a realizar no IESM – NEP/ACA – 018*. Pedrouços: IESM.
- IESM, 2015b. *Trabalhos de investigação – NEP/ACA – 010*. Pedrouços: IESM.
- International Civil Aviation Organization, 2013a. *Annex 14: Volume I: Aerodrome design and operations*, 6.th edition. International Standards and Recommended Practices.
- ISO, 2015. International Standard. *Systems and Software engineering – System life cycle processes.*, First edition (ISO/IEC/IEEE 15288).
- NATO North Atlantic Military Committee, 2011. *MC 0445/1 – NATO criteria and standards for airfields*.
- NATO Standardization Agency, 2014. *AAP-06 (Edition 2014) – NATO Glossary of Terms and Definitions (English and French)*.
- SE Schneider Electric, 2008. *Proteção de redes elétricas - Guia de proteção*.

(i) Entrevistas

- Antunes, A., 2017. Entrevista exploratória: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 9 de janeiro de 2016.
- Beato, G., 2016. Entrevista exploratória: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 4 de dezembro de 2016.
- Beato, G., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 20 de janeiro de 2017.
- Costa, P., 2016. Entrevista exploratória: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 25 de novembro de 2016.



- Costa, P., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 20 de janeiro de 2017.
- Ferreira, C., 2017a. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 27 de janeiro de 2017.
- Ferreira, J., 2017b. Entrevista Semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 23 de janeiro de 2017.
- Graveto, J., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 25 de janeiro de 2017.
- Nogueira, J., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 27 de janeiro de 2017.
- Reis, V., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 27 de janeiro de 2017.
- Santos, J., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 03 de fevereiro de 2017.
- Serra, V., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 03 de fevereiro de 2017.
- Veloso, J., 2017. Entrevista semiestruturada: Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência na Força Aérea. Entrevistado por Artur Oliveira. Lisboa, 22 de janeiro de 2017.

**Anexo A — Quadros resumo dos SEEPMT existentes em U/O da FA****Tabela Anx A-2—Quadro resumo dos transformadores existentes**

UNIDADE	PT	POTÊNCIA (kVA)	ANO	OBS.
AM1	SUBSTAÇÃO	50	?	
	SUBSTAÇÃO	30	?	
	SUBSTAÇÃO	860	1992	
	SUBSTAÇÃO	630	2004	
	PT1	400	1997	
	PT2	200	?	
	PT3	200	?	
	PT4	500	1992	
	PT5	100	?	
	PT6	50	?	
	PT6	300	?	
	PT7	150	?	
	PT9	75	?	
	PT10	125	?	
	PT11	100	1990	
	PT12	40	1990	
	PT13	400	1991	
	S. PEDRO-O-VELHO	100	2010	SUBSTITUIDO
BA1	PT1	400	1986	
		400	1984	
	PT2	200	1980	
		200	1980	
	PT3	100	1955	
		100	1955	
AFA	PT4	100	?	
	PT5	315	1992	
		315	1992	
	PT6	400	1981	
	PT7	200	1963	
	PT8	500	1979	
PT9	630	1995		
BA5	PT1	630	2009	SUBSTITUIDO
		630	1988	
		630	1988	
		100	1988	
	PT2	500	1990	
		400	1984	
		400	1981	
PT3	400	1979		



	PT4	200	1988	
	PT5	400	1997	
	PT6	400	1988	
	PT8	160	1989	
	PT9	250	1988	
	PT10	250	1989	
	PT11	500	1994	
	PT12	315	1994	
	PT13	250	1994	
	PT14	630	1995	
	PT15	315	1998	
BA6	SUBESTAÇÃO NATO	315	2006	SUBSTITUIDO
		315	2006	
		800	2006	
		800	2006	
	EMMET	100	?	
	PT2 NACIONAL	200	1978	
		200	?	
	PT2 NATO	250	1973	
	PT3 NATO	100	1961	
		100	2006	SUBSTITUIDO
	PT3 NACIONAL	400	1984	
	PT4 NATO	160	2006	SUBSTITUIDO
	PT5	100	2006	
	PT6	100	2006	
	PT7	100	2006	
	PT9	100	2006	
	PT10	630	1991	
630		1991		
PT11	100	1986		
PT EMMA	250	2006	SUBSTITUIDO	
BA11	SUBESTAÇÃO	2500	1985	
		2500	1985	
	PT1	100	1988	
	PT2	100	1988	
	PT4	315	1997	
	PT6	100	1997	
	PT7	315	1994	
		315	1995	
	PT8	315	1997	
	PT9	315	1997	
	PT10	100	1997	
		100	1997	
PT11	315	1996		



	PT12	315	1995	
		315	1995	
	PT13	315	1997	
	PT14	315	?	
	PT15	200	1986	
		200	1985	
	PT16	50	1998	
	PT17	25	1998	
	PT18	50	1998	
	PT19	25	1998	
	PT AOT	160	?	
	PT CSAR	160	?	
CA	PT CMS	400	1988	
		400	1988	
	PT1	250	1975	
	PT3	315	1981	
	PT4	400	2001	
	PT7	630	2015	
ER3	PT RRH	800	1990	
	PT C.E. QUARTEL	315	1986	
	PT DEPÓSITO AGUA	50	2001	
	SERRA FIM	25	2001	
	SERRA MEIO	25	2001	

Fonte: (Costa, 2016)



Anexo B — Topologia de redes de distribuição de média tensão

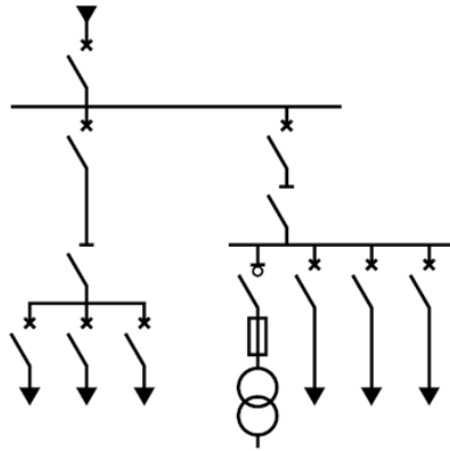


Figura Anx B-3 – Rede radial simples (ou antena simples)

Fonte: (Carvalho, 2013)

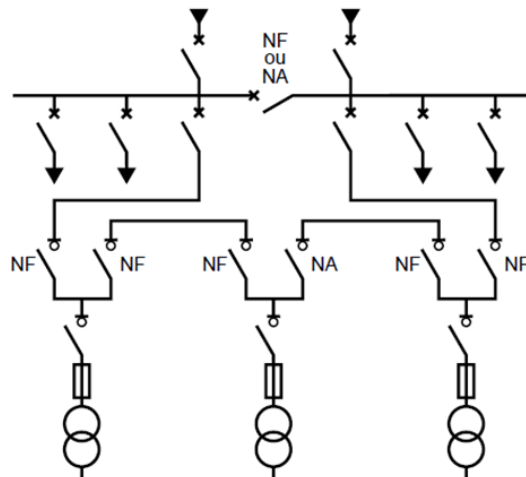


Figura Anx B-4 – Rede em anel (aberto)

Fonte: (Carvalho, 2013)



Anexo C — Anomalias IGFA

Identificação única	2015AM1/65	2015AM1/69	2015AM1/93
Ano	2015	2015	2015
Tipo de Inspeção	IG	IG	IG
Órgão inspetor	IGFA	IGFA	IGFA
Área inspetora	ILOG	ILOG	ILOG
Unidade inspecionada	AM1	AM1	AM1
Órgão EPR	DI	DI	DI
Situação	NCR	NCR	NCR
Descrição	Cabos de Média Tensão, com isolamento a papel, impregnado a óleo.	Valores óhmicos das Terras de Protecção e Serviço dos Postos de Transformação e da Terra de Protecção da Central Telefónica elevados.	Dispositivos de proteção de Média Tensão, de diversos Postos de Transformação (PT's) e da Subestação, obsoletos e com limitações de operação.
Comentário	Verificou-se a existência de diversos cabos de Média Tensão com isolamento a papel, impregnado a óleo, nomeadamente nos troços: Subestação-PT3, PT4-PT5 e PT5-PT13. Devido à sua elevada idade e sua constituição, estes cabos constituem um ponto frágil na distribuição de energia elétrica. Substitui a anomalia nº69 do relatório 112011009.	Os valores das resistências das Terras de Protecção e de Serviço encontram-se fora dos parâmetros regulamentares. Foram realizadas diversas tentativas para melhoria dos valores de Terra, muito embora insuficientes, apesar dos progressos verificados. Substitui a anomalia nº 004 do relatório nº 222012002.	As infraestruturas elétricas em Média Tensão, à exceção de um posto de transformação, datam da entrada em funcionamento da Unidade, apresentando, por isso, elevada longevidade. Embora estando operacionais algumas destas instalações já não oferecem garantia de fiabilidade e de segurança. Por outro lado, em caso de avarias, as ações de manutenção e reparação tornam-se difíceis, ou mesmo inviáveis, devido à falta de materiais sobresselentes no mercado. Assim, foram detetados dispositivos de proteção de Média Tensão, nomeadamente dos PT1 e PT2 e da Subestação, com deficiências / inoperativos. A substituição dos referidos equipamentos deve ser equacionada caso não seja possível a sua reparação. Deverão ainda ser analisadas e identificadas todas as potenciais situações críticas, que em caso de uma avaria de equipamentos possam afetar de forma significativa a operacionalidade da Unidade, a fim de serem tomadas as adequadas ações. Substitui a anomalia Nº 003, do relatório 22.2012.002.
Recomendação	Recomenda-se o estabelecimento de prioridades das cargas alimentadas por estes cabos de Média Tensão e que seja equacionada a sua substituição gradual.	Recomenda-se que sejam avaliadas as soluções viáveis e implementadas posteriormente de forma faseada.	Recomenda-se que a DI, em coordenação com o AM1, efetue as seguintes linhas de ação: - Levantamento exaustivo das situações anómalas nos PT's e na Subestação; - Proceda à reparação e / ou substituição gradual dos equipamentos, tendo em conta as situações prioritárias.
Ação corretiva	Aguarda dotação orçamental e respetiva autorização superior.	Aguarda dotação orçamental e respetiva autorização superior.	Aguarda dotação orçamental e respetiva autorização superior.

Fonte: (Antunes, 2017)



Apêndice A — Mapa Concetual

PP	PD	H	Conceitos	Dimensões	Indicadores	
PP: Será que o processo de gestão atual dos SEEPMT é o mais adequado para garantir a sua operacionalidade?	PD1 – De que forma o processo de aquisição afeta os SEEPMT da FA?	H1 – O processo de aquisição encontra-se adequado aos SEEPMT.	Aquisição	Requisitos legais e normativos	Enquadramento legal e normativo NATO	
				Requisitos técnicos	Tipologias de redes Tipos de postos de transformação	
				Concepção	Avaliação Experiência e formação Restrições	
				Implementação	Fiscalização	
	PD2 – Que medidas adicionais poderão ser implementadas de forma a contribuir para a exploração dos SEEPMT da FA?	H2 – Existem medidas complementares ao processo de exploração atual que poderão ser implementadas, nomeadamente, ao nível da formação, da elaboração de manuais de operação e de planos de contingência.	Exploração	Diretivas organizacionais	Responsabilidades Procedimentos	
				Manutenção	Avaliação Planeamento Procedimentos	
					Recursos	
					Operação	Avaliação Planeamento Procedimentos Recursos
				Base de dados		Inventario do SEEPMT Caracterização de equipamentos
						Planeamento
	Plano de Investimento	Planos de desenvolvimento Alinhamento temporal e económico				
		PD3 - Será que o processo de planeamento dos SEEPMT da FA é adequado às necessidades atuais?	H3 – O processo de planeamento do SEEPMT é insuficiente para as necessidades atuais da FA.			



Apêndice B — Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade

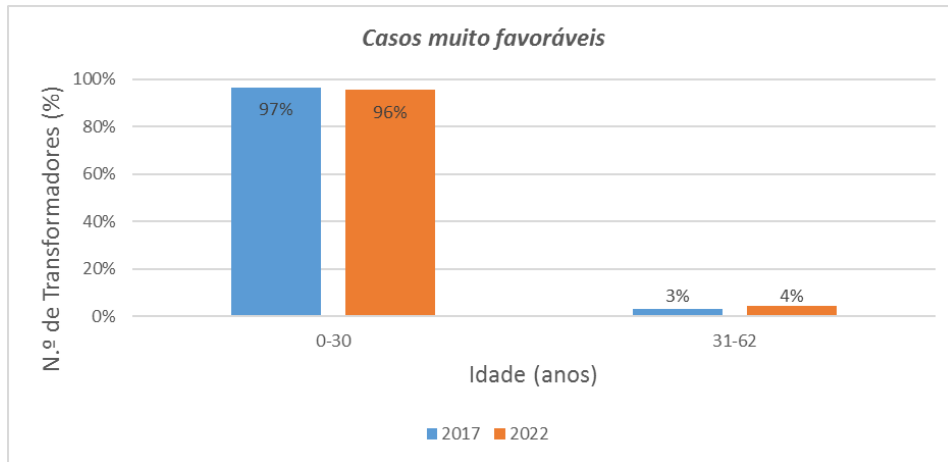


Figura Apd B-3 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – Casos muito favoráveis

Fonte: (Direção de Infraestruturas, 2017)

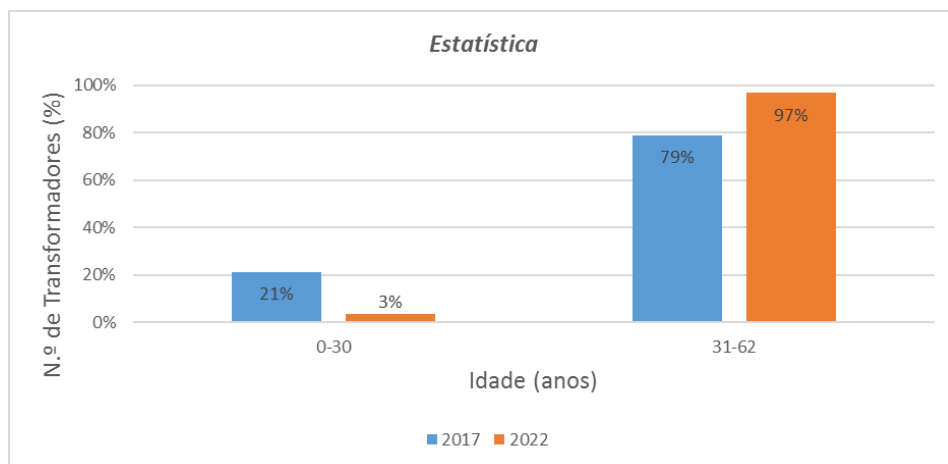


Figura Apd B-4 – Distribuição de transformadores do SEEPMT da FA por idade – Estatística

Fonte: (Direção de Infraestruturas, 2017)

Assim fazendo uma avaliação geral dos transformadores do SEEPMT, segundo as várias perspetivas apresentadas, pode-se constatar que, atualmente segundo a perspetiva dos casos mais favoráveis apenas 3% dos equipamentos ultrapassa o tempo de vida útil. Contudo se a análise for efetuada do ponto de vista estatístico esse valor sobe para 79%.



Apêndice C — Idade média de transformadores do SEEPMT da FA por U/O

U/O	2017
AM1	21*
BA1	39
BA5	26
BA6	21
BA11	23
CA	26
ER3	21

*(Apenas disponível a idade de 8 transformadores)

Figura Apd C- 1 – Idade média de transformadores do SEEPMT da FA por U/O

Fonte: (Direção de Infraestruturas, 2017)

Da figura anterior é possível constatar que a BA1 é a Unidade onde o sistema apresenta uma idade média mais elevada, com cerca de 39 anos, seguida da BA5 e do CA com 26 anos. Por sua vez a BA11 apresenta uma idade média de 23 anos, e as restantes, AM1, BA6 e ER3 apresentam uma média de 21 anos.



Apêndice D — Entrevistas realizadas

Entrevista ao Diretor da DI	
BGEN/ENGAED Joaquim Veloso	
1	Tem conhecimento de avarias ou debilidades no estado de conservação de Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
2	Tem conhecimento se já foram solicitadas intervenções aos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
3	Em que medida tem a Direcção de Infraestruturas colaborado na gestão dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
4	Tem conhecimento ou já recebeu algum reporte que o pessoal técnico com a responsabilidade da manutenção e exploração dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA não possui a formação e qualificações necessária à sua correta execução?
5	Tem conhecimento se já foi ponderado ou se encontra planeada alguma intervenção de fundo nos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
6	Na sua opinião, considera que a existência de um plano diretor para os Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
7	Na sua opinião, considera que a existência de planos de contingência em caso de anomalia dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
8	Recomendaria alguma medida a tomar para melhorar a Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT?



Entrevista ao Chefe da Repartição de Obras da DI

MAJ/ENGEL Pedro Costa

1	Tem conhecimento de avarias ou debilidades no estado de conservação de Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
2	Tem conhecimento se já foram solicitadas intervenções aos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
3	Tem conhecimento se já foi reportado que os Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA não se encontravam adequados às suas necessidades?
4	Tem conhecimento de alguma situação ou reporte em que missões tenham sido comprometidas por avaria ou falha dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA por motivo de avaria ou avançado estado de deterioração?
5	Em que medida tem a Direção de Infraestruturas / Secção de Eletricidade da Repartição de Obras colaborado na aquisição dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
6	Tem conhecimento se já foi ponderado ou se esta planeada alguma alteração ou intervenção em Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
7	Na sua opinião, enquanto técnico, considera que a existência de um plano diretor para os Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
8	Em que medida tem a Direção de Infraestruturas / Secção de Eletricidade da Repartição de Obras colaborado na manutenção dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
9	Tem conhecimento ou já recebeu algum reporte das Unidades da FA que possuem Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA de dificuldades ou impossibilidade em efetuar a sua manutenção? Se sim, quais os principais fatores que originaram essa situação e quais os equipamentos que se revelaram problemáticos?
10	Tem conhecimento ou já recebeu algum reporte que o pessoal técnico com a responsabilidade da manutenção e exploração dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA não possui a formação e qualificações necessária à sua correta execução?
11	Em que medida tem a Direção de Infraestruturas / Secção de Eletricidade da Repartição de Obras colaborado na exploração dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
12	Na sua opinião, enquanto técnico, considera que a existência de planos de contingência em caso de anomalia dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
13	Na sua opinião, enquanto técnico, recomendaria alguma medida a tomar para melhorar a Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT?



Entrevista ao Chefe da Secção de Energia Elétrica e Sistemas da Repartição de Projetos da DI

MAJ/ENGEL Gonçalo Beato

1	Tem conhecimento de avarias ou debilidades no estado de conservação de Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
2	Tem conhecimento se já foram solicitadas intervenções aos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
3	Tem conhecimento se já foi reportado que os Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA não se encontravam adequados às suas necessidades?
4	Tem conhecimento de alguma situação ou reporte em que missões tenham sido comprometidas por avaria ou falha dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA por motivo de avaria ou avançado estado de deterioração?
5	Em que medida tem a Direção de Infraestruturas / Secção de Energia Elétrica e Sistemas da Repartição de Projetos colaborado na aquisição dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
6	Tem conhecimento se já foi ponderado ou se está planeada alguma alteração ou intervenção em Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
7	Na sua opinião, enquanto técnico, considera que a existência de um plano diretor para os Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
8	Tem conhecimento ou já recebeu algum reporte que o pessoal técnico com a responsabilidade da manutenção e exploração dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA não possui a formação e qualificações necessária à sua correta execução?
9	Em que medida tem a Direção de Infraestruturas / Secção de Energia e Sistemas da Repartição de Projetos colaborado na exploração dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão da FA?
10	Na sua opinião, enquanto técnico, considera que a existência de planos de contingência em caso de anomalia dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT contribui para o aumento da sua operacionalidade?
11	Na sua opinião, enquanto técnico, recomendaria alguma medida a tomar para melhorar a Operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT?



Entrevista ao Comandante da ER3, e Comandantes das EMB ou EMMET das diferentes U/O/S da FA

AM1 CAP/TMMA José Nogueira
BA1 - CAP/TMMEL Vitor Serra
BA5 - CAP/TMMEL José Graveto
BA6 - TCOR/TMMEL José Ferreira
BA11 - CAP/TMMEL Cláudio Ferreira
CA - CAP/TMMT Vitor Reis
ER3 – CAP/ENGEL Júlio Santos

1	Existe preocupação, por parte da U/O/S com a operacionalidade dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência de Média Tensão (SEEPMT)? Em que escalão de comando se percebe esta preocupação?
2	Existe sensibilidade, por parte da U/O/S com o risco decorrente da exploração dos SEEPMT? Em que escalão de comando se percebe esta preocupação?
3	Como caracteriza o estado de conservação e condições de funcionamento dos SEEPMT na sua U/O/S?
4	Existem atualmente necessidades de intervenção imediata nos SEEPMT na sua U/O/S por motivo de avaria ou avançado estado de deterioração?
5	Os SEEPMT da sua U/O/S encontram-se adequados às suas necessidades?
6	Tem conhecimento de alguma situação ou reporte de comprometimento de missões por avaria ou falha dos SEEPMT da sua U/O/S?
7	Em que medida tem a EMB e/ou EMMET colaborado na aquisição dos SEEPMT para a sua U/O/S? Recomendaria alguma medida a tomar para melhorar o processo de aquisição dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT?
8	Tem conhecimento se já foi ponderado ou se esta planeada alguma alteração ou intervenção nos SEEPMT da sua U/O/S?
9	Tem conhecimento ou já recebeu algum reporte de dificuldades ou impossibilidade em efetuar o planeamento e manutenção dos SEEPMT da sua U/O/S, por incompatibilidade com outras atividades? Se sim, quais as principais circunstâncias que originaram essa situação?
10	Na sua opinião enquanto técnico considera suficientes as diretrizes de controlo e de apoio técnico atuais (DIRECTIVA dDI N°. 02/2010) para a execução das ações de manutenção dos SEEPMT? Recomendaria alguma medida a tomar para melhorar o processo de manutenção dos Sistemas de Energia Elétrica de Potência MT?
11	Considera que dispõe dos recursos materiais e financeiros adequados ao cumprimento das ações de manutenção e exploração dos SEEPMT da sua U/O/S?
12	Considera que dispõe dos recursos humanos (nível de quantidade, qualificação e formação técnica) adequados ao cumprimento das ações de manutenção e exploração dos SEEPMT da sua U/O/S?
13	Na sua opinião, enquanto técnico, considera vantajosa a existência de planos de operação que evidenciem o conjunto de manobras a efetuar durante o normal funcionamento dos SEEPMT? Em que medida?
14	Na sua opinião, enquanto técnico, considera vantajosa a existência de planos de contingência que evidenciem o conjunto de ações a desenvolver em caso de anomalia dos SEEPMT? Em que medida?
15	Existem outros fatores que não tenham sido enunciados e que afetem ou fragilizem a Operacionalidade dos SEEPMT?
16	Na sua opinião, enquanto técnico, recomendaria alguma medida a tomar para melhorar a Operacionalidade dos SEEPMT?