



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS
E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA MECÂNICA

Introdução da Manutenção Preventiva Sistemática nos SASUC

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e
Gestão Industrial

Autor

Fernando da Silva Soares

Orientadores

Professor Mestre Joel Alexandre da Silva de Jesus

Engenheiro Onésimo Miguel Pinto

Doutor Luís Carlos Vieira Rosa

Júri

Presidente Professor Doutor **Cristóvão Silva**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Professor Doutor **Fernando Jorge Ventura Antunes**
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra

Vogais Professor Mestre **Joel Alexandre da Silva de Jesus**
Professor Convidado da Universidade de Coimbra

Colaboração Institucional



SASUC SERVIÇOS DE AÇÃO SOCIAL
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Coimbra, setembro, 2015

“education is the key”

Lucky Dube, in Prisoner, 1989.

Aos meus pais e irmãos.

AGRADECIMENTOS

O trabalho que aqui se apresenta só foi possível graças à contribuição direta ou indireta de algumas pessoas, às quais não posso deixar de prestar o meu reconhecimento.

Em primeiro lugar, ao Professor Mestre Joel Alexandre da Silva de Jesus pela orientação, disponibilidade, sugestões pertinentes e conhecimentos transmitidos ao longo da realização deste trabalho.

Aos SASUC, pela oportunidade disponibilizada para realização deste trabalho e também por todo apoio fornecido durante a minha formação académica.

A toda equipa de manutenção dos SASUC, em destaque ao Engenheiro Onésimo Pinto e Doutor Luis Rosa pela orientação e sugestões dadas.

Aos colaboradores das unidades dos SASUC, pelas informações transmitidas fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos meus amigos, pelo carinho e apoio demonstrados destacando Filomeno Vieira, Edson Silva e Ângela Varela.

Aos meus irmãos e outros familiares, principalmente João Soares, Victa Soares, Pedro Soares, Gregória Pereira, pelo grande carinho e apoios crucias para a conclusão da minha formação.

E por último e não em último, com toda a relevância que lhes é merecida, aos meus pais por nunca deixarem de apostar na minha educação e pela orientação e conselhos que fazem de mim aquilo que sou hoje.

Um obrigado a todos!

RESUMO

Atualmente, as empresas para serem competitivas necessitam de adotar políticas de diminuição de custos e aumento da qualidade de produto ou serviço. A manutenção industrial, mais especificamente manutenção preventiva tem mostrado ao longo de várias décadas que é uma área de elevada importância no seio das empresas, contribuindo substancialmente para um melhor desempenho.

O objetivo deste trabalho é a introdução da manutenção preventiva sistemática nos SASUC (Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra) com vista a redução de avarias em equipamentos e a conseqüente redução de impactos negativos no serviço. Para isso foi feito o inventário de equipamentos em algumas unidades dos SASUC dos quais três residências universitárias e uma cantina, a identificação dos equipamentos mais importantes para o bom funcionamento dessas unidades, a documentação técnica e elaboração de planos de manutenção preventiva dos equipamentos identificados como importantes e o estabelecimento da ordem de trabalho de manutenção preventiva.

A implementação da manutenção preventiva nos SASUC é indispensável porque permite reduzir significativamente as avarias. O trabalho desenvolvido serve como base para a implementação e ainda permite extrair indicadores para avaliar o desempenho do sistema de manutenção.

Palavras-chave: Manutenção, Manutenção Preventiva, Gestão de Equipamentos, Plano de Manutenção.

ABSTRACT

Today, to be competitive companies need to adopt policies of costs reduction and quality increase of product or service. The industrial maintenance, more specifically preventive maintenance has shown over several decades as an area of high importance within companies, contributing substantially to improve the performance.

The main goal of this work is the introduction of systematic preventive maintenance in SASUC (Social Services of the University of Coimbra) in order to reduce failures in equipment and the consequent reduction of negative impacts on service. For it was made the inventory of equipment in some units of SASUC particularly three residence halls and one canteen, the identification of the most important equipment for the proper operation of these units, technical documentation and elaboration of preventive maintenance plans of the equipment identified as important and establishment of preventive maintenance work order.

Implementation of preventive maintenance in SASUC is essential because it allows to reduce failures significantly. The developed work serves as the basis for the implementation and also allows to extract indicators to evaluate the performance of maintenance system.

Keywords Maintenance, Preventive Maintenance, Equipment Management, Maintenance Plan.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
SIMBOLOGIA E SIGLAS.....	xv
Simbologia.....	xv
Siglas	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos	2
1.2. Metodologia	2
1.3. Estrutura do Relatório	2
1.4. Os SASUC	3
2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO	5
2.1. Definição, Importância e Objetivos da Manutenção.....	5
2.2. Evolução da Manutenção	6
2.3. Tipos de Manutenção	7
2.3.1. Manutenção Corretiva	7
2.3.2. Manutenção Preventiva	7
2.3.3. Outros Tipos de Manutenção	9
2.4. Níveis de Manutenção.....	9
2.4.1. Manutenção de Nível 1	10
2.4.2. Manutenção de Nível 2	10
2.4.3. Manutenção de Nível 3	10
2.4.4. Manutenção de Nível 4	11
2.4.5. Manutenção de Nível 5	11
2.5. Conceito de Falha	12
2.5.1. Tipos de Falha	12
2.5.2. Causas de Falha	13
2.6. Indicadores de Desempenho	13
2.6.1. Taxa de Falhas.....	14
2.6.2. Termos Relativos a Tempos.....	15
2.6.3. Fiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade	15
2.7. Custos de Manutenção	16
2.8. Estruturação da Manutenção Preventiva.....	17
2.8.1. Gestão Documental de Equipamentos	18
2.8.2. Ordem de Trabalho	20
2.8.3. Métodos de Seleção de Equipamentos	21
2.8.4. Plano de Manutenção	25
3. SERVIÇO DE MANUTENÇÃO DOS SASUC	27
3.1. Estrutura do Serviço.....	27
3.2. Sistema de Apoio à Gestão da Manutenção	28
3.3. Processamento das Requisições	29

3.4.	Situação Atual.....	30
3.4.1.	Manutenção Corretiva.....	31
3.4.2.	Manutenção Preventiva.....	31
3.5.	Caso de Estudo	32
4.	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	33
4.1.	Análise do Serviço.....	33
4.1.1.	Análise de Requisições	33
4.1.2.	Análise do Plano de Manutenção.....	34
4.2.	Inventário.....	36
4.2.1.	Codificação	38
4.3.	Estudo da Criticidade dos Equipamentos	39
4.3.1.	Questionário.....	39
4.3.2.	Inquérito de Criticidade	40
4.4.	Ficha de Historial do Equipamento	43
4.5.	Requisição de Manutenção Preventiva.....	44
4.6.	Planos de Manutenção Preventiva	45
4.7.	Propostas de Melhoria no Serviço	46
5.	CONCLUSÕES.....	47
5.1.	Sugestões de Trabalho Futuro	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
	ANEXOS.....	51
	Anexo A – OT de Manutenção Corretiva	51
	Anexo B – Folha de Obra.....	52
	Anexo C – Plano de Manutenção de Equipamentos	53
	APÊNDICES	55
	Apêndice A – Distribuição das Requisições por Unidade	55
	Apêndice B – Tabela de Inventário.....	56
	Apêndice C – Questionário	57
	Apêndice D – Inquérito de Criticidade	58
	Apêndice E – Tabela de Criticidade dos Equipamentos	59
	Apêndice F – Ficha de Historial do Equipamento	60
	Apêndice G – Requisição de Manutenção Preventiva	61
	Apêndice H – Planos de Manutenção Preventiva	62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Organograma dos SASUC (SASUC, 2015b).....	3
Figura 1.2. Organograma da Divisão de Compras e Logística.....	4
Figura 2.1. Evolução: (a) das exigências da produção; (b) da resposta da manutenção.	6
Figura 2.2. Diagrama dos tipos de manutenção.....	7
Figura 2.3. Curva da banheira (adaptado de (Burke, 2015)).	14
Figura 2.4. Custo em função do nível de manutenção (Mirshawka & Olmedo, 1993).....	17
Figura 2.5. Curva ABC (Forma Conceito, 2015).	22
Figura 2.6. Matriz de decisão (Jesus, 2014).	24
Figura 3.1. Organograma do Serviço de Manutenção dos SASUC.	27
Figura 3.2. Sistema informático de gestão da manutenção dos SASUC.....	29
Figura 3.3. Fluxograma do processo de requisição.	30
Figura 3.4. Requisição em avaliação.	31
Figura 4.1. Requisições por: (a) setor; (b) área técnica; (c) nível de urgência; (d) situação.	34
Figura 4.2. Alguns equipamentos das unidades.	37
Figura 4.3. Código de um equipamento.	38
Figura 4.4. Marcação efetuada num equipamento.....	38

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1. SASUC em números (adaptado de (SASUC, 2015a))	4
Tabela 2.1. Exemplo de codificação (adaptado de (Ferreira, 1998)).	18
Tabela 2.2. Exemplo de organização do dossier-máquina (adaptado de (Ferreira, 1998)).	19
Tabela 2.3. Exemplo de histórico do equipamento (adaptado de (Ferreira, 1998)).	20
Tabela 2.4. Exemplo de OT de manutenção preventiva (adaptado de (Sousa, 2011))......	21
Tabela 2.5. Critérios de avaliação do índice de criticidade.	23
Tabela 2.6. Exemplo de tabela de criticidade (adaptado de (Ferreira, 1998))......	23
Tabela 2.7. Critérios da Matriz de decisão.	24
Tabela 3.1. Distribuição dos técnicos e responsabilidades por área técnica.	28
Tabela 3.2. Resultados de prestação de serviço das unidades no ano 2014 (adaptado de (SASUC, 2015a)).	32
Tabela 4.1. Estrutura do plano de manutenção preventiva dos SASUC.	35
Tabela 4.2. Estimativa de horas anual de manutenção preventiva (adaptado de (Pinto & Rosa, 2014)).	36
Tabela 4.3. Equipamentos mais importantes de acordo com o questionário.....	39
Tabela 4.4. Critérios de avaliação de índice de criticidade utilizados.....	41
Tabela 4.5. Graus de criticidade estabelecidas.	41
Tabela 4.6. Tabela de criticidade da caldeira da Residência Polo II-2.....	42
Tabela 4.7. Equipamentos a colocar sob manutenção preventiva.	42
Tabela 4.8. Campos de registo de ocorrências nos equipamentos.....	43
Tabela 4.9. Principais funções da requisição de manutenção preventiva.....	44
Tabela 4.10. Plano de manutenção das caldeiras da Residência Polo III.....	45

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

$\lambda(t)$ – Taxa de falhas

Siglas

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

CP – Coeficiente de peso

D – Disponibilidade

EN – *European Standards*

ERP – *Enterprise Resource Planning*

HACCP – *Hazard Analysis and Critical Control Point*

IC – Índice de criticidade

MTBF – *Mean time between Failures*

MTTR – *Mean Time to repair*

MWT – *Mean waiting time*

NMC – Núcleo de Manutenção e Conservação

OT – Ordem de trabalho

PE – Pontos estimados

SASUC – Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra

SASUP – Serviços de Ação Social da Universidade do Porto

TBF – *Time between failures*

TF – Tempo de funcionamento

TP – Tempo de paragem

TTR – *Time to repair*

UC – Universidade de Coimbra

VE – Valor estimado

WT – *Waiting time*

1. INTRODUÇÃO

Com a industrialização e sua evolução, as empresas reconhecem hoje que a manutenção é uma das áreas mais relevantes e atuantes da atividade industrial no seio de uma organização através do seu contributo para o bom desempenho do sistema produtivo, qualidade do produto, as boas relações interpessoais, a imagem da empresa, a rentabilidade económica do processo produtivo e a preservação dos investimentos. Isto é, deixa de ser caracterizada apenas como um mal necessário da função produtiva e passa a ser considerada como uma ferramenta de gestão do processo. Segundo Assis (2004) os custos de manutenção constituem uma grossa fatia dos custos de muitas empresas, sobretudo nas indústrias de processo, onde chegam a atingir 50% dos custos de produção, por isso a manutenção é uma área onde ainda existe um grande potencial para ganhos de produtividade.

Um parque de equipamentos está sempre sujeito a um processo de deterioração. Uma instalação só consegue assegurar a função para que foi concebida se as suas instalações e máquinas forem mantidas em boas condições de funcionamento, para isso é necessário que sejam efetuadas reparações às máquinas, inspeções, rotinas preventivas, substituições de órgãos e de peças, mudanças de óleo, limpezas, pinturas, correção de defeitos, fabricação de componentes para substituição de outros órgãos já gastos e entre outras ações.

A previsibilidade e prevenção de falhas constitui cada vez mais um fator de competitividade que permite diferenciar uma empresa dos seus concorrentes para além da qualidade e dos preços dos seus produtos. A eliminação ou diminuição das causas de aleatoriedade que provocam a falha dos equipamentos e minimização dos seus efeitos, permite aumentar a fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos. A manutenção preventiva surgiu como um fator de melhoria substancial que contribui para o alcance dos três principais objetivos de uma organização: uma elevada qualidade, um baixo custo e capacidade de resposta face à procura.

É pois neste contexto que se insere o trabalho apresentado ao longo da dissertação, onde se pretende desenvolver um conjunto de requisitos e mecanismos necessários para a implementação da manutenção preventiva nos SASUC (Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra). É importante referir que a manutenção preventiva é

vista pelos SASUC como um método de grande potencial para a prevenção e a consequente redução de avarias.

1.1. Objetivos

O objetivo inicial deste trabalho, proposto pelos SASUC, era a melhoria e a implementação de um plano anual de manutenção preventiva elaborado pelos superiores do Núcleo de Manutenção e Conservação (NMC) dos SASUC. Após uma análise do plano de manutenção e do serviço, a apresentar mais a frente, foi necessário redefinir os objetivos tendo em conta a capacidade do NMC. Portanto, o objetivo principal passou a ser a preparação do NMC para a implementação da manutenção preventiva sistemática.

1.2. Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento deste trabalho foi a seguinte:

- Análise da capacidade do NMC;
- Desenvolvimento do inventário;
- Estudo da criticidade dos equipamentos;
- Organização documental dos equipamentos;
- Estabelecimento da ordem de trabalho (OT) de manutenção preventiva;
- Elaboração de planos de manutenção preventiva dos equipamentos.

1.3. Estrutura do Relatório

O relatório é iniciado por fazer uma breve apresentação dos SASUC de seguida.

No capítulo 2 é feita uma revisão de conceitos de manutenção que fundamentam o trabalho desenvolvido.

O capítulo 3 é dedicado à caracterização do NMC também chamada de Serviço de Manutenção e à apresentação do caso de estudo.

De seguida, no capítulo 4 é relatado todo o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação.

Por último, no capítulo 5 são apresentadas as conclusões do trabalho e algumas sugestões para trabalhos futuros.

1.4. Os SASUC

Os SASUC (Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra) foram criados pelo Decreto-Lei n.º 47303, de 7 de novembro de 1966 com dependência do Reitor da UC. Após várias mudanças na legislação os SASUC passaram a ter autonomia administrativa e financeira, nos termos e âmbito definidos por lei e pelos estatutos da instituição de ensino superior a que estivessem adstritos, sendo sujeitos à fiscalização exercida por fiscal único e as suas contas consolidadas com as da instituição (SASUC, 2015a).

A missão dos SASUC tem como objetivo primordial o apoio aos estudantes, concretizado em medidas de apoio social direto: bolsas de estudo e auxílios de emergência; medidas de apoio social indireto: acesso à alimentação e ao alojamento, acesso a serviços de saúde, apoio às atividades culturais e desportivas, acesso ao apoio psicopedagógico e ainda outros tipos de apoios de carácter social, cultural e educativo.

Da organização dos SASUC fazem parte os órgãos: Conselho de Ação Social, Reitor e Conselho de Gestão da Universidade, como ilustra a Figura 1.1.

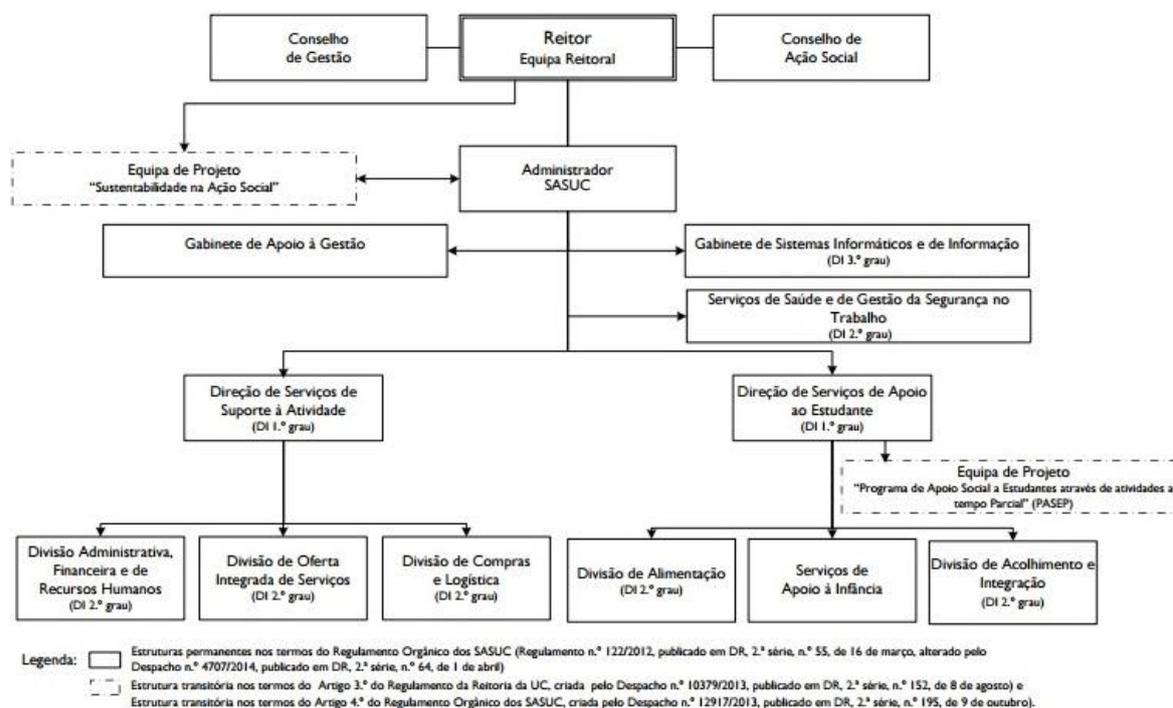


Figura 1.1. Organograma dos SASUC (SASUC, 2015b).

Ao Conselho de Ação Social, órgão superior da Ação Social no âmbito da Universidade de Coimbra, composto por Reitor da Universidade que preside e tem voto de

qualidade, Administrador(a) dos SASUC e dois representantes da Associação Académica de Coimbra, cabe definir e orientar os apoios a fornecer aos estudantes. Ao Conselho de Gestão da Universidade constituído pelo Reitor, por um Vice-Reitor por ele designado e pelo Administrador da Universidade compete conduzir, nos termos da lei, a gestão administrativa, patrimonial, financeira e dos recursos humanos da Universidade e fixar as taxas e emolumentos.

O Núcleo de Manutenção e Conservação (NMC) onde foi desenvolvido o trabalho está inserido na Divisão de Compras e Logística. Juntam-se a esta divisão o Núcleo de Compras e o Núcleo de Logística como se mostra na figura seguinte.



Figura 1.2. Organograma da Divisão de Compras e Logística.

De acordo com os Estatutos da Universidade de Coimbra, os SASUC são uma das suas unidades e serviços centrais, competindo-lhes desenvolver a ação social universitária no âmbito da UC (SASUC, 2015b) graças a sua operação no setor de alimentação, alojamento e outros. Os SASUC atualmente contam com 14 residências universitárias, 15 unidades de alimentação e 2 unidades de apoio à infância e outros edifícios de administração, portanto o parque de equipamentos tem uma dimensão considerável. A tabela seguinte apresenta alguns dados e resultados dos SASUC relativo ao ano 2014.

Tabela 1.1. SASUC em números (adaptado de (SASUC, 2015a))

Global	Recursos humanos		Resultado operacional	
		426		103,06%
Alimentação	Unidades alimentares	Lugares sentados	Refeições servidas	Média de refeições/dia
	15	2.720	859.395	3.706
Alojamento	Residências	Capacidade	Taxa de ocupação	Alojados regime geral
	14	1.325	85,95%	1.077

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

Antes de relatar todo o trabalho desenvolvido, é apresentada ao longo deste capítulo uma revisão de conceitos de manutenção importantes para uma melhor compreensão deste trabalho.

2.1. Definição, Importância e Objetivos da Manutenção

De acordo com a norma europeia EN 13306 (2001) a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida. Segundo a norma francesa FD X 60-000 a manutenção é um conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem num estado especificado ou com possibilidade de assegurar um serviço determinado e ainda acrescenta que uma boa manutenção é assegurar estas operações por um custo global mínimo. Para Cabral (2006) pode definir-se manutenção como o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, por forma a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado.

A manutenção industrial é de extrema importância em unidades de prestação de serviços ou industriais uma vez que os bens que fazem parte do processo produtivo têm de estar em ótimas condições de funcionamento para que os produtos ou serviços possam cumprir os requisitos de qualidade exigidos. A operacionalidade das unidades só é possível manter graças aos operadores que têm de laborar em locais sem perigo de acidente assegurado pela manutenção. Por isso a manutenção é uma área que deve integrar um nível em qualquer unidade corporativa.

A partir da definição e importância, pode-se dizer que a manutenção tem como principais objetivos:

- Manter as pessoas e bens em segurança e preservar o meio ambiente;
- Assegurar os níveis de qualidade e o custo do produto ou serviço.

2.2. Evolução da Manutenção

As exigências da produção sobre os equipamentos têm sofrido evoluções importantes, o que implica a evolução da manutenção como resposta às exigências da produção, como mostra a Figura 2.1.

A evolução da manutenção é caracterizada pela passagem da fase de reparar após avaria para uma segunda fase de evitar avarias e por fim para a de prever avarias tendo como contributo a evolução das tecnologias. Logo a função da manutenção que inicialmente era apenas de conservação (reparar quando partir) passou a ser de manutenção com o surgimento de métodos de prevenção de avarias nos equipamentos e métodos de planeamento e controlo dos trabalhos.

1ª Geração 1940 – 1950	2ª Geração 1960 – 1970	3ª Geração A partir de 1980
<ul style="list-style-type: none"> • Reparar quando partir 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada responsabilidade • Longa vida dos equipamentos • Baixos custos 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada disponibilidade • Elevada fiabilidade • Elevado grau de segurança • Melhor qualidade do produto • Sem danos no meio ambiente • Longa vida do equipamento • Eficiência do investimento

(a)

1ª Geração 1940 – 1950	2ª Geração 1960 – 1970	3ª Geração A partir de 1980
<ul style="list-style-type: none"> • Reparar quando partir 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisões programadas • Sistemas de planeamento e controlo dos trabalhos • Computadores grandes e lentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização de condição • Design para fiabilidade e manutibilidade • Estudos de riscos • Computadores pequenos e rápidos • Análise dos modos e efeitos de falhas • Sistemas inteligentes • Equipas de trabalho polivalentes

(b)

Figura 2.1. Evolução: (a) das exigências da produção; (b) da resposta da manutenção.

2.3. Tipos de Manutenção

As principais formas de manutenção existentes são a manutenção corretiva e a manutenção preventiva, como ilustra a figura que se segue.

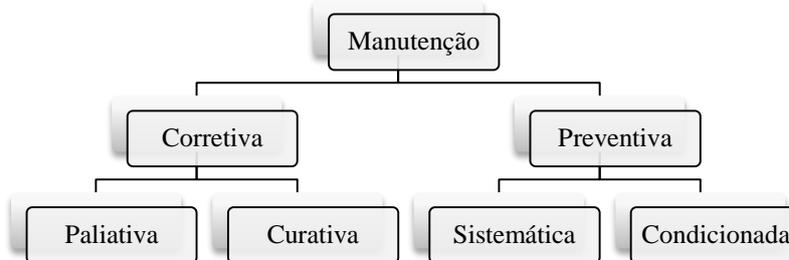


Figura 2.2. Diagrama dos tipos de manutenção.

2.3.1. Manutenção Corretiva

De acordo com a EN 13306 (2001) a manutenção corretiva é a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria, e destinada a repor o bem num estado em que possa realizar a função requerida. As avarias surgem sem um aviso prévio cuja oportunidade de intervenção não tenha podido ser decidida pelo gestor, por isso os trabalhos de manutenção corretiva não são programados.

A manutenção corretiva pode ser subdivida em manutenção paliativa e manutenção curativa segundo Monchy (1987). É paliativa quando as intervenções efetuadas têm como finalidade reparar provisoriamente uma avaria de forma que o equipamento continue em funcionamento e curativa quando a finalidade é reparar definitivamente a avaria.

A escolha do método de manutenção corretiva é justificada pelos factos de os custos indiretos da avaria serem mínimos, não haverem problemas de segurança e o parque ser constituído por várias máquinas em que eventuais avarias não afetam de forma crítica a produção ou serviço.

2.3.2. Manutenção Preventiva

A norma EN 13306 (2001) define manutenção preventiva como sendo a manutenção efetuada a intervalos de tempo predeterminados ou de acordo com critérios prescritos com a finalidade de reduzir a probabilidade de avaria ou degradação do

funcionamento de um bem. É efetuada antes da ocorrência de avarias, por isso é uma manutenção programada.

A implementação da manutenção preventiva traz muitos benefícios para uma organização tais como:

- Aumento da fiabilidade de um equipamento, reduzindo as avarias em serviço: redução de custos devido a avarias e aumento da disponibilidade;
- Aumento da duração de vida eficaz de um equipamento;
- As intervenções são executadas com mais segurança (menos imprevisto);
- Melhor planeamento dos trabalhos;
- Redução e regularização da carga de trabalho;
- Facilidade na gestão de *stocks* uma vez que os consumos são previstos.

A manutenção preventiva subdivide-se em dois tipos diferentes, manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva condicionada.

2.3.2.1. Manutenção Preventiva Sistemática

A manutenção preventiva efetuada a intervalos de tempo preestabelecidos ou segundo um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem (EN 13306, 2001) é denominada de manutenção sistemática. O intervalo das intervenções sistemáticas baseiam-se, inicialmente, nas informações dos fabricantes, embora se requeira sempre o contributo crítico do técnico para as afinar face ao cenário real de operação do equipamento (Cabral, 2009). Após algumas intervenções este intervalo pode ser estimado com base no estudo de fiabilidade realizado a partir do histórico do equipamento.

O método de manutenção sistemática pode ser utilizada a nível de rolamentos, filtros, módulos, revisões de máquinas e paragens gerais tendo como justificativas para sua aplicação, segundo Ferreira (1998), os seguintes casos:

- Equipamentos com custos de avaria elevados;
- Equipamentos que mesmo menores, acarretam a paragem de todo o equipamento global;
- Equipamentos cuja paragem vai ser de longa duração;
- Equipamentos que colocam em causa a segurança do pessoal ou dos utilizadores;
- Equipamentos sujeitos a legislação particular.

2.3.2.2. Manutenção Preventiva Condicionada

De acordo com a norma EN 13306 (2001) a manutenção condicionada é um tipo de manutenção preventiva baseada na vigilância do funcionamento do bem e/ou dos parâmetros significativos desse funcionamento, integrando as ações daí decorrentes. A vigilância do funcionamento e dos parâmetros pode ser efetuada, segundo um calendário, a pedido ou de forma contínua.

Algumas das técnicas de manutenção condicionada existentes para o controlo do estado da condição dos equipamentos são: análise de vibrações, controlo do desgaste, medição de temperaturas, medição de ruídos e controlo de fugas.

2.3.3. Outros Tipos de Manutenção

Para além dos tipos de manutenção apresentados anteriormente existem outros tipos que merecem alguma atenção, designadamente a manutenção de melhoria e a manutenção de ronda.

Na manutenção de melhoria incluem-se as ações de modificação ou alteração que se executam num equipamento com o objetivo de melhorar o seu desempenho, a sua segurança de funcionamento, a sua adequabilidade a situações específicas e a sua atualização por incorporação de novas características sem modificar a sua função requerida. Estas ações são planeadas e requerem um estudo prévio adequado para que o resultado seja efetivo.

A manutenção de ronda é um tipo de manutenção entre a preventiva sistemática e/ou curativa e a condicionada que consiste em vigiar regularmente os equipamentos, sob forma de rondas de curta frequência com execução de pequenos trabalhos sem necessidade de um planeamento antecipado. Estes trabalhos compreendem lubrificação, controlo de pressão, controlo de temperatura, controlo de vibração, pequenos ajustes, vigilância de fugas, pequenas reparações, substituições simples e outros.

2.4. Níveis de Manutenção

A definição de níveis de manutenção permite classificar as ações de manutenção segundo o tipo e a complexidade.

De acordo com a norma FD X 60-000 a manutenção e exploração de bens imóveis são exercidos através de numerosas operações, às vezes repetitivas, às vezes ocasional, comumente definidos até cinco níveis de manutenção que permitem identificar

com precisão a natureza dos trabalhos, o local de intervenção, o pessoal de execução, as ferramentas necessárias, a documentação necessária e as peças consumíveis.

2.4.1. Manutenção de Nível 1

Abrange afinações simples ou substituição de elementos consumíveis necessárias para o funcionamento do equipamento por meio de órgãos facilmente acessíveis sem desmontagem do equipamento com toda segurança. Este tipo de operação pode ser executado no próprio local pelo utilizador sem necessidade de ferramentas, tendo como guia as instruções do manual de utilização do equipamento. O *stock* de peças consumíveis é muito reduzido na manutenção de primeiro nível.

2.4.2. Manutenção de Nível 2

Inclui ações que requerem procedimentos simples e/ou equipamentos de apoio de fácil utilização ou implementação como reparações através de troca de elementos *standard* previstos para o efeito, operações menores de conservações e controlo do bom funcionamento. Este tipo de ações de manutenção é realizado no próprio local por um técnico habilitado de qualificação média com auxílio de ferramentas pontáveis e procedimentos detalhados definido no manual de utilização e manutenção do equipamento. As peças consumíveis transportáveis podem ser encontradas facilmente nas proximidades do local de intervenção.

2.4.3. Manutenção de Nível 3

Neste nível são incluídas operações que exigem procedimentos complexos e/ou equipamentos de suporte portátil de uso ou implementação complexa como identificação das avarias, reparação ao nível dos componentes ou por troca de elementos funcionais, reparações mecânicas menores, afinação geral de realinhamento dos aparelhos, e organização da manutenção preventiva. Este tipo de manutenção pode ser realizado no próprio local ou na oficina de manutenção por um técnico especializado com uso de ferramentas previstas no manual de manutenção, aparelhos de medição e de afinação (geradores, osciloscópios, etc), e bancos de ensaio e controlo dos equipamentos. Quanto a documentação necessária, a unidade de manutenção deve dispor de todas as instruções e

manuais de manutenção. As peças consumíveis neste caso são fornecidas pelo armazém que também fornece os níveis anteriores de manutenção.

2.4.4. Manutenção de Nível 4

Neste nível são abrangidas operações cujos procedimentos envolvem dominar uma técnica ou tecnologia específica e/ou a implementação de equipamentos de apoio especializado nos quais (Souris, 1992):

- Todos os trabalhos de manutenção corretiva ou preventiva à exceção, eventualmente, das revisões gerais;
- Afinação dos aparelhos de medida utilizados na manutenção;
- Verificação por organismos especializados dos padrões secundários possuídos;
- Receção dos equipamentos reparados no quinto nível;
- Contribuição para a formação dos agentes envolvidos no terceiro nível da manutenção;
- Participação na definição da política da manutenção.

Este tipo de manutenção é realizado em oficinas e locais especializados por um técnico ou uma equipa com um enquadramento técnico obrigatoriamente muito especializada tendo toda a documentação geral ou particular utilizável pela manutenção. Das ferramentas necessárias fazem parte (Souris, 1992): ferramentas previstas pelo manual de manutenção (as oficinas especializadas deverão nomeadamente dispor de ferramentas necessárias para os níveis inferiores), equipamento geral de uma oficina (meios mecânicos, meios de cablagem, meios de limpeza), bancos de medição e padrões secundários. A oficina especializada tem o dever de dispor de *stocks* necessários para execução da sua missão e para o abastecimento dos armazéns envolvidos no terceiro nível de manutenção.

2.4.5. Manutenção de Nível 5

O último nível de manutenção inclui operações cujos procedimentos envolvem *know-how* utilizando técnicas ou tecnologias específicas e processos e/ou equipamento de apoio industrial. Estas operações são nomeadamente execução das revisões gerais, execução das reparações importantes normalmente dependentes do quarto nível mas entregue ao

quinto nível por razões económicas ou de oportunidade, e formação do pessoal de manutenção do quarto nível apenas em princípio. Por definição, este tipo de manutenção (renovação, reconstrução, etc.) é executado pelo fabricante ou por um serviço ou empresa com equipamento de apoio especializado definido pelo fabricante e, portanto perto da produção dos bens em causa.

2.5. Conceito de Falha

De acordo com a norma europeia EN 13306 (2001) a falha ou avaria é a cessação da capacidade de um bem para executar uma função requerida. Um bem é também definido pela mesma norma como sendo qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional ou sistema que possa ser considerado individualmente. Ferreira (1998) apresenta um conceito da avaria mais direcionado ao equipamento que é a alteração ou cessação da possibilidade de um bem ou equipamento realizar uma função pré-determinada.

2.5.1. Tipos de Falha

A falha pode ser classificada segundo vários critérios nos quais: causas, modo de manifestação, amplitude e natureza.

Quanto as causas uma falha pode ser intrínseca ou extrínseca. É intrínseca quando são inerentes ao próprio dispositivo previstas pelos fabricantes através de ensaios normalizados de estudo de fiabilidade do dispositivo. É extrínseca quando resultam de uma falha de um outro dispositivo, utilização incorreta ou acidente.

No critério do modo de manifestação esta pode propagar-se de forma súbita denominada de falha catastrófica, ou progressivamente denominada de falha por degradação. A falha catastrófica resulta da variação súbita de uma ou mais características de um dispositivo, inutilizando-o por isso a sua ocorrência é causal e, logo, imprevisível (Assis, 2004). A falha por degradação resulta da variação progressiva de uma ou mais características de um dispositivo, para além dos seus limites de resistência podendo ser previstas e, logo, evitadas através de manutenção preventiva (Assis, 2004).

Em função da amplitude uma falha pode ser parcial ou completa. Uma falha parcial origina de modo degradado provocando apenas desvios em relação aos limites específicos de funcionamento sem perda total da função. Quando existe perda total da função, isto é, paragem de funcionamento a falha é denominada de falha completa.

A classificação da falha em função da natureza é a mais importante porque permite identificar as medidas corretivas a levar a cabo através da análise da falha. Segundo este critério uma falha pode ser de natureza elétrica, mecânica, hidráulica, pneumática, eletrónica e entre outras.

2.5.2. Causas de Falha

Segundo Assis (2004) as causas essenciais de falha de um órgão podem classificar-se de acordo com as seguintes categorias:

- Erros na fase de projeto;
- Deficiências com origem no processo de seleção de materiais;
- Defeitos no processo de fabrico;
- Manutenção inadequada ou omissa;
- Sobrecargas em serviço por acidente, ignorância ou negligência;
- Condições de ambiente de operação imprevistas pelo fabricante.

Entre as categorias mencionadas acima, é de destacar aquela em que o utilizador do equipamento possui total controlo, a manutenção inadequada ou omissa como uma das principais causas. Segundo o autor referido acima, nesta categoria as principais causas são os seguintes:

- Desrespeito das condições de utilização definidas pelo fabricante;
- Falhas de manutenção nomeadamente ausência de lubrificação ou sua prática em intervalos de tempo inadequados, negligência ou ignorância na prática das inspeções e negligência ou ignorância na monitorização dos equipamentos;
- Erros cometidos pelos técnicos nas ações de manutenção preventiva ou corretiva.

2.6. Indicadores de Desempenho

Tal como em outras áreas, em manutenção é relevante avaliar o desempenho dos equipamentos e da gestão através de indicadores. Os indicadores não exprimem toda a verdade sobre a realidade mas sim como o nome diz, dão indicações muito úteis para ter noção sobre o ritmo que ocorrem as falhas ou avarias (taxa de falhas), os tempos de

reparação, a disponibilidade dos equipamentos, o sucesso da manutenção preventiva, o esforço da empresa e entre outros.

2.6.1. Taxa de Falhas

A taxa de falhas é o número de falhas ocorridas num bem durante determinado intervalo de tempo dividido por esse intervalo de tempo de acordo com a norma EN 13306 (2001). É um indicador de fiabilidade e representa-se por:

$$\lambda(t) = \frac{\text{número de falhas}}{\text{tempo}} \quad (2.1)$$

A taxa de falhas varia ao longo da vida do equipamento, normalmente representada pela “Curva da Banheira Clássica” como ilustrada na Figura 2.3.

A 1ª fase denominada de período de infância ou mortalidade infantil é caracterizada inicialmente por uma elevada taxa de falhas seguida de um decréscimo resultantes da instalação, arranque e rodagem do equipamento, erros no projeto e defeitos de fabrico. Após a ocorrência de todas as falhas precoces o equipamento entra na fase de maturidade ou vida útil (2ª fase) onde as falhas ocorrem de forma aleatória a uma taxa aproximadamente constante tendo como principais causas a solicitação de operação do equipamento superior à projetada e as falhas de manutenção. Por fim, o equipamento atinge a fase de degradação ou de envelhecimento onde a taxa de falhas cresce acentuadamente em consequência de fenómenos de fluência, fadiga, corrosão e desgaste. A degradação pode ser evitada com a manutenção preventiva de forma a prolongar a vida útil do equipamento.

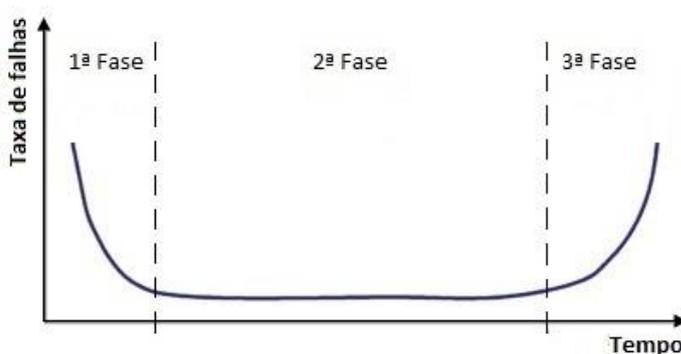


Figura 2.3. Curva da banheira (adaptado de (Burke, 2015)).

2.6.2. Termos Relativos a Tempos

O tempo é um parâmetro extremamente importante para cálculo de indicadores de manutenção. Existem vários indicadores relacionados com o tempo que permitem compreender melhor os problemas da Gestão da Manutenção. Os tempos em manutenção por vezes aparecem sob a forma de unidades de utilização, isto é, representam tempos indiretos nomeadamente quilómetros percorridos, quantidades produzidas, ciclos de funcionamento e entre outros. A norma EN 13306 (2001) e Cabral (2009) apresentam um conjunto de termos entre os quais:

- Tempo de funcionamento, TF – intervalo de tempo durante o qual um bem desempenha a sua função requerida;
- Tempo de paragem, TP – intervalo de tempo durante o qual um bem não desempenha a sua função requerida;
- Tempo entre falhas, TBF – duração do tempo entre duas falhas consecutivas em um bem;
- Tempo de reparação, TTR – intervalo de tempo durante o qual é efetuada a manutenção corretiva em um bem;
- Tempo de espera, WT – intervalo de tempo que decorre entre a data/hora a que se inicia um trabalho e a data/hora que se faz o pedido.

A partir dos termos mencionados acima, podem ser extraídos indicadores importantes como o tempo médio entre falhas (MTBF), o tempo médio de reparação (MTTR) e o tempo médio de espera (MWT).

O tempo médio entre falhas, e o tempo médio de reparação são indicadores de medida de fiabilidade e manutenibilidade do equipamento respetivamente. O tempo médio de espera permite avaliar a capacidade de reposta do departamento de manutenção face aos pedidos de reparação.

2.6.3. Fiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade

A fiabilidade é definida pela norma EN 13306 (2001) como sendo a aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo e pode ser definido como uma probabilidade. Na prática a fiabilidade é associada à confiança que se pode ter em que um equipamento funcione como desejado.

De acordo com a mesma norma a manutenibilidade é a aptidão de um bem sob condições de utilização, definidas de ser mantido ou repostado em estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios prescritos. Na linguagem de manutenção a manutenibilidade exprime a facilidade com que o equipamento pode ser mantido ou reparado.

A norma EN 13306 (2001) ainda define disponibilidade como sendo a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, em dado instante ou durante determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios exteriores. A disponibilidade de um equipamento depende da sua fiabilidade e manutenibilidade e da eficiência do departamento manutenção, podendo ser representada por:

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \quad (2.2)$$

Aumentar a disponibilidade é o objetivo principal dos serviços de manutenção. Isto implica o aumento da fiabilidade dos equipamentos (MTBF) e a diminuição dos tempos de intervenção (MTTR) e dos tempos de espera (MWT) reduzindo assim os custos de manutenção.

2.7. Custos de Manutenção

O custo total de manutenção é uma combinação dos custos diretos e custos indiretos.

Os custos diretos, como o nome diz, são custos que estão diretamente ligados ao serviço de manutenção. Segundo Souris (1992) estes custos abrangem os custos correspondentes:

- Às despesas de remuneração do pessoal;
- Ao fornecimento de máquinas e peças de reserva;
- Às ferramentas e equipamento de manutenção;
- Aos custos diversos de documentação, gestão, etc.;
- Às despesas externas de subcontratação;
- Às despesas financeiras correspondendo à imobilização das peças de reserva.

Os custos indiretos são custos inerentes à perda da produção provocada pela paragem de equipamentos e, comparando com os custos diretos, são mais difíceis de quantificar. Segundo Ferreira (1998) os custos de perda de produção englobam:

- Custos de perdas dos produtos não fabricados, das matérias-primas em curso de transformação, perda de qualidade, perda de produtos desclassificados;
- Custos de mão-de-obra parada;
- Custos de amortização dos equipamentos parados;
- Despesas induzidas nomeadamente prazos não conseguidos (penalidades, perda de cliente, fraca imagem, etc.) e perda de qualidade na fabricação;
- Despesas com o arranque do processo de produção.

É de salientar que o custo total de manutenção varia consoante o nível de manutenção como se pode ver na Figura 2.4. O custo ótimo de manutenção corresponde a um equilíbrio entre os custos de manutenção preventiva e os de manutenção corretiva. Manter este equilíbrio representa uma dificuldade para muitas organizações, isto é, ou a organização tem um nível de manutenção mais corretivo do que preventivo ou vice-versa.

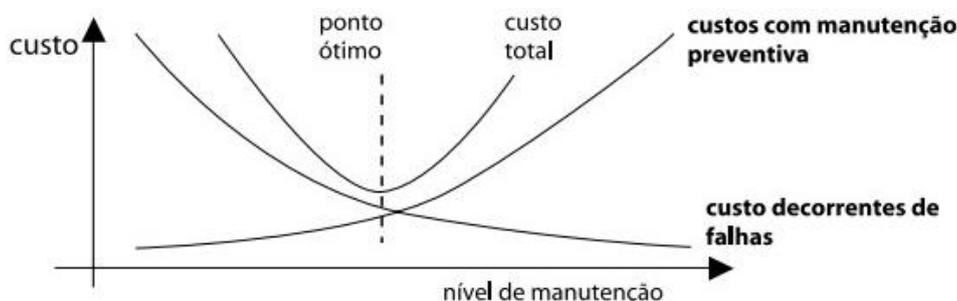


Figura 2.4. Custo em função do nível de manutenção (Mirshawka & Olmedo, 1993).

2.8. Estruturação da Manutenção Preventiva

A implementação de um sistema de manutenção preventiva deve ser estudada e planeada com rigor. Bernardes-Silva (1980) apresenta uma guia para estruturação da manutenção preventiva baseada nos seguintes tópicos:

- Requisitos prévios para um programa de manutenção preventiva;
- Arranque do programa;
- Controlo do programa;
- Ajustagem do programa.

No âmbito deste trabalho são abordados apenas os dois primeiros tópicos. Os requisitos prévios para a implementação passa por uma organização documental do parque de equipamentos e pelo estabelecimento da ordem de trabalho de manutenção preventiva. O arranque do programa inicia-se pela escolha dos equipamentos a colocar sob manutenção preventiva usando métodos de seleção e elaboração dos seus respetivos planos de manutenção.

2.8.1. Gestão Documental de Equipamentos

O objetivo da organização documental manutenção é manter atualizada a informação acerca do parque de equipamentos. Esta organização é muito importante para o conhecimento dos equipamentos e a escolha do tipo de manutenção a implementar.

Qualquer unidade industrial ou de serviço deve ter um inventário atualizado de todos os equipamentos existentes. Cada equipamento pode ter um dossier onde pode ser consultada toda a sua informação e um histórico de intervenções e avarias.

2.8.1.1. Inventário

O inventário é uma listagem codificada do parque de equipamentos segundo uma árvore que está sob responsabilidade do departamento de manutenção.

A codificação pode ser numérica ou alfanumérica de maneira que permita dar noção sobre o conjunto de produção a que o equipamento pertence, a natureza do serviço prestado, a localização do equipamento, o tipo ou família do equipamento e o próprio equipamento individual. De seguida apresenta-se um exemplo de codificação com um código do equipamento resultante 01.01.02.TR.E02.

Tabela 2.1. Exemplo de codificação (adaptado de (Ferreira, 1998)).

	Designação	Código
Conjunto	Fábrica A	01
Serviço	Produção	01
Localização	Unidade	02
Tipo	Torno	TR
Equipamento	EFI 02	E02

2.8.1.2. Dossier-Máquina

O dossier-máquina é uma organização de toda a informação relativa ao equipamento, desde os documentos comerciais aos documentos técnicos. Os documentos comerciais incluem contrato de encomenda, garantias, documentos referentes ao processo de receção do equipamento e referências do serviço pós-venda. Os documentos técnicos incluem especificações do equipamento, lista de peças, desenhos, manual de operação e manual de manutenção.

Os dossiers podem ser mais ou menos completos consoante a importância do equipamento para a produção representada pelo índice de criticidade e devem ser classificados segundo o número de inventário. Cabe ao departamento de manutenção estabelecer uma estrutura *standard* de dossier, definir as informações úteis a incluir nele e proceder à sua atualização sempre que necessário. A Tabela 2.2 representa um exemplo de organização de dossier-máquina.

Tabela 2.2. Exemplo de organização do dossier-máquina (adaptado de (Ferreira, 1998)).

Nome do equipamento:		Código:	Código de criticidade:
Número	Título		
00	Sumário (funções do equipamento)		
01	Contrato de encomenda, garantias, serviço pós-venda		
02	Processo de receção do equipamento		
03	Características, fichas técnicas		
04	Planos de conjunto, detalhes, esquemas		
05	Notas de instalação, funcionamento e utilização		
06	Normas de segurança		
07	Lista de peças		
08	Plano de manutenção		
10	Lista de avarias possíveis previsíveis		
11	Fluxogramas de deteção de avarias		
...	...		

2.8.1.3. Histórico do Equipamento

A importância de registrar acontecimentos passados num equipamento é notada no cálculo do seu MTBF. Esta é uma das razões para criação de um histórico do equipamento. Este histórico é um documento onde constam todas as avarias, reparações, e intervenções preventivas passados do equipamento.

Para além de permitir o estudo da MTBF usando leis de fiabilidade, o histórico do equipamento permite deduzir os TTR das intervenções feitas e o consumo de peças. A tabela seguinte representa um exemplo de histórico do equipamento.

Tabela 2.3. Exemplo de histórico do equipamento (adaptado de (Ferreira, 1998)).

Nome do equipamento: Torno Código: 01.01.02.TR.E02				Código de criticidade: 2 Localização: Setor de fabrico de transmissões			
Data	TF	Avaria	OT	Intervenção	Executante	TTR	Comentário do supervisor
02/02/2015	17h	Ruído interno	107	Substituição do rolamento	Mecânico 33	5h	Avaria previsível face à normal duração de vida do rolamento
...

Este modelo de histórico, identificado pelo nome e código do equipamento, é apenas para registo de avarias num equipamento. Para cada avaria é registada a sua data de ocorrência, o TF do equipamento, a descrição da avaria, a ordem de trabalho emitida para sua correção, a descrição de intervenção feita, o executante da intervenção, o TTR e algum comentário.

2.8.2. Ordem de Trabalho

Depois de efetuada uma organização documental dos equipamentos com vista colocá-los sob manutenção preventiva, torna-se necessário estabelecer o documento que faz andar um sistema de gestão da manutenção, a ordem de trabalho (OT). Este documento é exclusivamente emitido pelo departamento de manutenção tendo como principal função a indicação dos trabalhos a realizar. Outras funções da OT são:

- Definir quando, onde e quem faz os trabalhos;
- Para além da mão-de-obra, indicar os recursos materiais necessários;

- Fornecer instruções necessárias para a execução;
- Permitir o registo dos trabalhos realizados;
- Permitir um correto apuramento de custos, tanto em material como em mão-de-obra;
- Servir de suporte para o apontamento da condição dos equipamentos e sugestões de trabalhos futuros.

A tabela seguinte representa um exemplo de OT de manutenção preventiva emitida.

Tabela 2.4. Exemplo de OT de manutenção preventiva (adaptado de (Sousa, 2011)).

LOGOTIPO DA EMPRESA	Ficha de manutenção preventiva Periodicidade: Anual	NºFicha: 033 Cód: 2015/033
Designação: Porta Bobines	Código: PB-003	Secção: Fabricação Cartão
Duração prevista: 8 Horas	Data: 25-09-2015	
Material necessário		
Código	Designação	Quantidade
B.RO.040.040	Rolamento SKF 6200 zz	4
F.CH.200.027	Chave dinamométrica 15-30 N.m	1
Tarefas		
<input type="checkbox"/>	Descrição	Observações
	Substituição dos rolamentos da bomba de óleo hidráulico	
Mão-de-obra		
Executante		Tempo
MEC 01 – Mecânico 1 ^ª		
MEC – Ajudante mecânica		
Material suplementar gasto		
Código	Designação	Quantidade

2.8.3. Métodos de Seleção de Equipamentos

Reunidos os requisitos prévios, cabe ao departamento de manutenção selecionar os equipamentos a colocar sob manutenção preventiva, os mais importantes, uma vez que é dispendioso enquadrar todos no sistema. Os métodos mais usados para a seleção são a análise ABC ou de Parreto, as tabelas de criticidade e as matrizes de decisão. Estes métodos

baseiam-se principalmente na importância do equipamento e nos aspetos económicos e de segurança relacionados com os equipamentos.

2.8.3.1. Análise ABC ou de Parreto

A análise ABC é uma ferramenta de gestão que permite identificar quais itens justificam um controlo adequado de acordo com a sua importância relativa. Em manutenção é mais utilizada para determinar as prioridades de preparação das intervenções baseando nos TTRs e decidir o método de manutenção a adotar com base nos custos e frequências de avarias.

A conclusão desta análise, ilustrada na Figura 2.5, relativamente aos custos de avarias é que 20% dos equipamentos são responsáveis por 80% do custo de manutenção, portanto, permite determinar quais os equipamentos a ter sob manutenção preventiva. Relativamente as intervenções conclui-se que 20% delas são responsáveis por 80% das horas de trabalho.

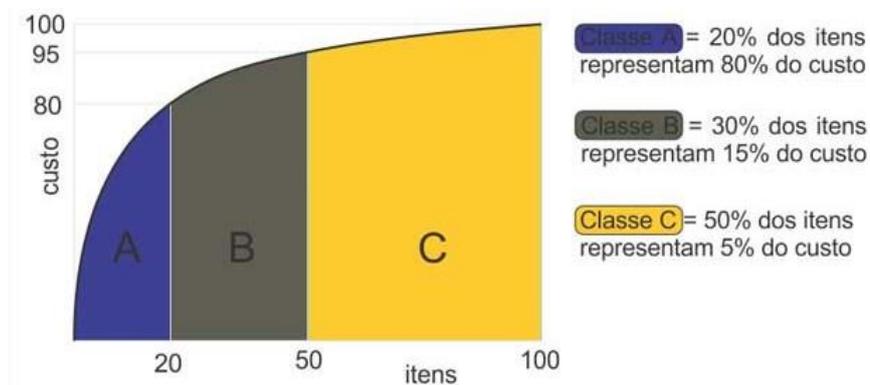


Figura 2.5. Curva ABC (Forma Conceito, 2015).

2.8.3.2. Tabelas de Criticidade

A análise de criticidade permite atribuir a cada equipamento um valor numérico designado de índice de criticidade que exprime a prioridade no método de manutenção a adotar com base num conjunto de critérios de avaliação. Os critérios, definidos por Monchy (1987), são organizados na forma de um questionário com respostas possíveis e a cada resposta é atribuída uma cotação a ponderar com o coeficiente de peso do critério. A cotação deve ter um valor máximo idêntico em todos os critérios e o coeficiente de peso é estabelecida em função do contexto. Na Tabela 2.5 são apresentados os critérios e as suas respetivas respostas possíveis e cotação das respostas.

Tabela 2.5. Critérios de avaliação do índice de criticidade.

Critério		Respostas		
Tipo	Questão	0	1	2
Intrínseco do material	1. Complexidade tecnológica	Simple	Complexo	Muito complexo
Exploração	2. Importância do equipamento no processo de produção	Secundário	Principal	Vital
	3. Compromisso	Episódico	Intermitente	Contínuo
Manutenção	4. Custos diretos de manutenção	Baixos	Médios	Elevados
Económico	5. Valor de substituição por um material idêntico	Baixo	Médio	Elevado
	6. Custos de perda de produção	Baixos	Médios	Elevados

De seguida é apresentado um exemplo de cálculo do índice de criticidade de um equipamento onde o valor estimado é a cotação resposta do critério, os pontos estimados é a ponderação do valor estimando e coeficiente de peso. O total de pontos estimados exprime o índice de criticidade.

Tabela 2.6. Exemplo de tabela de criticidade (adaptado de (Ferreira, 1998)).

Critério	Valor estimado	Coeficiente de peso	Pontos estimados	Pontos máximos
1	0	2	0	4
2	1	3	3	6
3	1	1	1	2
4	0	1	0	2
5	1	1	1	2
6	1	2	2	4
Total			7	20

Segundo Ferreira (1998) deve-se dar prioridade aos equipamentos com índices compreendidos entre 15 e 20 para estabelecer dossier-máquinas, medidas preventivas e preparações completas.

2.8.3.3. Matrizes de Decisão

Este método é usado de forma semelhante às tabelas de criticidade mas utiliza apenas dois critérios em simultâneo. Os critérios utilizados são a frequência de avarias a gravidade de avarias para sistema produtivo. A cotação das respostas também é igual em ambos os critérios como apresentada na tabela seguinte.

Tabela 2.7. Critérios da Matriz de decisão.

Critério	Resposta			
	1	2	3	4
Frequência	Muito baixa	Baixa	Elevada	Muito elevada
	Menos que uma avaria/mês	Menos que uma avaria/semana	Menos que uma avaria/dia	Mais que uma avaria/dia
Gravidade	Sem gravidade	Pouco grave	Grave	Muito grave
	Sem efeito sobre a produção	Torna a cadência mais lenta	Pequena paragem na produção	Paragem total da produção

A criticidade de cada equipamento é determinada utilizando as cotações da resposta dos critérios como valores de entrada na matriz apresentada na figura em baixo.

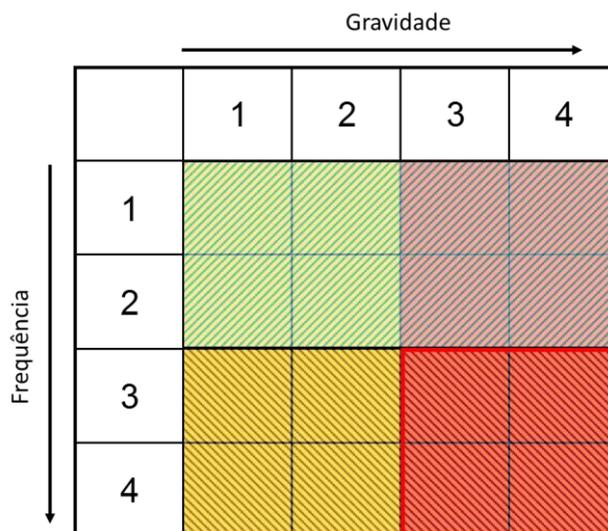


Figura 2.6. Matriz de decisão (Jesus, 2014).

Segundo este método deve-se dar prioridade aos equipamentos com frequência e gravidade de avarias igual ou superior a 3.

2.8.4. Plano de Manutenção

Um plano de manutenção é um conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessários para executar a manutenção (EN 13306, 2001).

A emissão de uma OT a um determinado equipamento é feita após uma consulta do seu plano de manutenção e seleção dos trabalhos preventivos que serão incluídas na OT.

Para a preparação de um plano de manutenção do equipamento é necessário dispor do manual do fabricante onde constam as recomendações de utilização e manutenção. Uma metodologia para preparação definida por Cabral (2009) é a seguinte:

- Eleger o equipamento tendo antes a sua decomposição em órgãos;
- Estruturar o plano de manutenção preventiva, dividindo-o pelos vários tipos de trabalhos aplicáveis: A – Preventivas sistemáticas, B – Preventiva condicionadas, etc.;
- Dentro de cada tipo de trabalho escrever os títulos dos trabalhos a realizar: Revisão anual, Substituições de correias, etc.;
- Se necessário estruturar cada título por órgãos;
- Elaborar as descrições dos trabalhos em blocos para cada um dos órgãos.

3. SERVIÇO DE MANUTENÇÃO DOS SASUC

Ao NMC (Núcleo de Manutenção e Conservação), também denominada de Serviço de Manutenção, compete (SASUC, 2015b):

- Elaborar os planos anuais de manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos dos SASUC;
- Dar cumprimento aos planos referidos na alínea anterior, garantindo a operacionalidade dos equipamentos e instalações;
- Proceder à instalação de novos equipamentos, quando previsto, e acompanhar a sua instalação nos restantes casos;
- Inventariar e manter em bom estado os materiais, acessórios e ferramentas;
- Garantir a interface com os serviços da Administração da Universidade de Coimbra e prestadores de serviços de higiene e segurança no trabalho, de modo a assegurar que são cumpridos todos os requisitos legais aplicáveis;
- Executar outras atividades que no domínio da Manutenção e Conservação lhe sejam cometidas.

3.1. Estrutura do Serviço

O NMC está estruturada em 7 áreas técnicas como ilustrada na Figura 3.1.

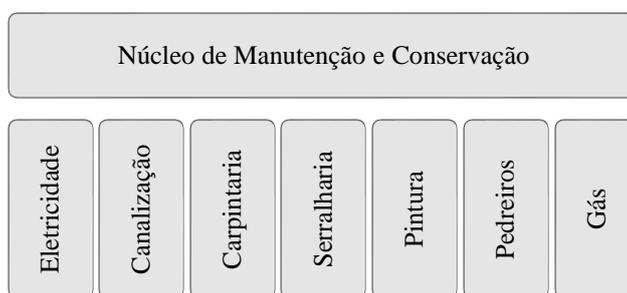


Figura 3.1. Organograma do Serviço de Manutenção dos SASUC.

O NMC tem 15 colaboradores: 1 coordenador, 2 encarregados, 1 administrativo, 9 técnicos, 1 ajudante e 1 motorista. Os técnicos encontram-se distribuídos por áreas técnicas de acordo com a Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Distribuição dos técnicos e responsabilidades por área técnica.

Área técnica	Técnicos	Principais responsabilidades
Eletricidade	2	Execução de trabalhos em equipamentos mecânicos e elétricos exceto equipamentos de refrigeração.
Canalização	1	Execução de todos os trabalhos de canalização
Carpintaria	2	Execução de trabalhos de carpintaria em equipamentos de madeira nomeadamente portas, janelas, etc.
Serralharia	1	Responsável pela execução de trabalhos com materiais metálicos como estruturas, portas, janelas etc.
Pintura		Responsável pela pintura das paredes dos edifícios, estruturas, portas, janelas, etc.
Pedreiros	2	Execução de trabalhos em paredes, chãos, tetos e coberturas dos edifícios.
Gás	1	Execução de trabalhos em equipamentos a gás.

Para além dos trabalhos das áreas técnicas referidas acima, o NMC coordena trabalhos em equipamentos de refrigeração (Frio) e elevadores que são subcontratados através de concursos. Encontra-se igualmente a cargo do NMC o Serviço de Transportes responsável pelo transporte de material e equipamentos entre as unidades.

3.2. Sistema de Apoio à Gestão da Manutenção

Toda a manutenção é gerida com o apoio de dois sistemas de informação, GIAF e SIGES. O GIAF é um ERP (*Enterprise Resource Planning*) utilizado para gestão de compras e logística. O SIGES é uma aplicação web composto por módulos destinados a apoiar a gestão dos diversos serviços dos SASUC sendo um deles o SISGOMA, módulo de Gestão de Serviço de Manutenção, como ilustrada na Figura 3.2. Este módulo tem como principais funcionalidades as seguintes:

- Processamento dos pedidos ou requisições dos setores ao Serviço de Manutenção;
- Gestão de tempos;
- Gestão dos equipamentos;
- Agendar trabalhos de manutenção;
- Gerar relatórios.

SASUC - Serviços de Acção Social da Universidade de Coimbra

Novidades Utilizador actual: ...
 SASUC - 19 de Junho de 2015_ [Sair](#)

Módulo
 Gestão de Serviço de Manutenção

Selecione uma opção:

- ▶ Tabelas gerais
- ▶ Gestão de Equipas
- ▶ Técnicos
- ▶ Requisições
- ▶ Equipamentos
- ▶ Manutenção
- ▶ Viaturas
- ▶ Relatorios

Notificações - SIGES

Mensagens superiores a 5 dias serão consideradas automaticamente como lidas

Data	Descrição
2015-06-19 11:33:39	SIGGOMA - Criação de nova requisi
2015-06-19 11:32:05	SIGGOMA - Criação de nova requisi
2015-06-19 11:31:13	SIGGOMA - Criação de nova requisi
2015-06-19 09:50:36	SIGGOMA - Criação de nova requisi
2015-06-19 09:49:51	SIGGOMA - Criação de nova requisi

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ...

Figura 3.2. Sistema informático de gestão da manutenção dos SASUC.

3.3. Processamento das Requisições

As requisições são emitidas pelos responsáveis dos setores ou unidades dos SASUC ao NMC através do SIGGOMA podendo ser devolvida pelo NMC (são devolvidas normalmente as repetidas) ou colocada sob avaliação pelo técnico responsável da equipa (existem 2 equipas: alimentação, alojamentos e outros competindo-lhes garantir a satisfação das requisições das unidades de alimentação, alojamento e gestão dos SASUC respetivamente). Após o técnico identificar o material necessário procede-se à execução do trabalho caso exista material em *stock* e/ou o NMC tenha condição de executar. Caso contrário, procede-se à aquisição de material e/ou à subcontratação de serviços externos. A aquisição ou subcontratação é autorizada pelo órgão competente. Depois de executados os trabalhos, quer pelo NMC quer por um serviço externo, cabe ao requisitante validá-los. Por fim, é dada como concluída a requisição se for aceite pelo requisitante. Caso contrário, o NMC terá que verificar o porquê da rejeição e se for caso disso corrigir ou melhorar o serviço prestado.

O diagrama ilustrativo do processo de uma requisição está representada na figura que se segue.

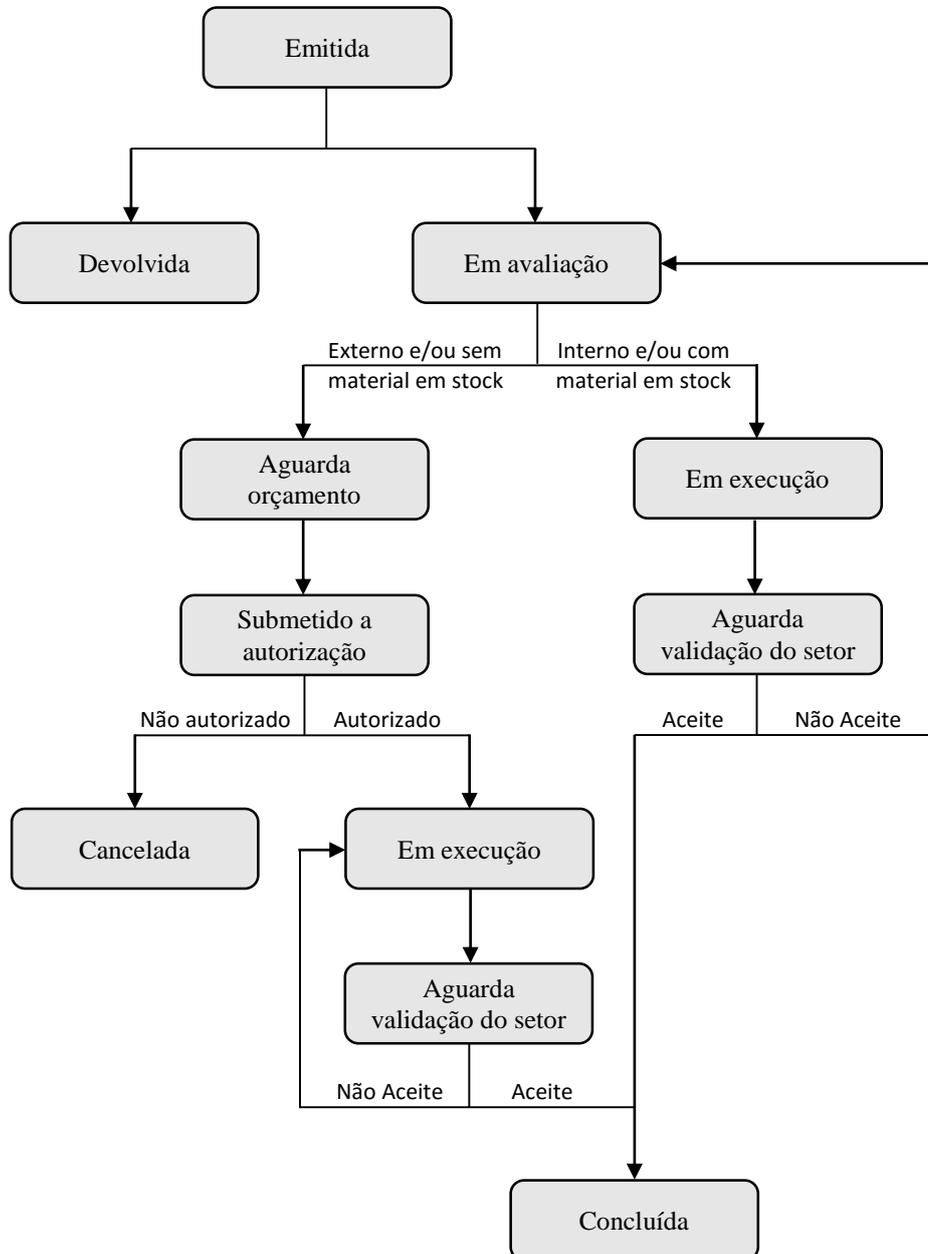


Figura 3.3. Fluxograma do processo de requisição.

3.4. Situação Atual

Atualmente o NMC está caracterizada por um nível de manutenção corretivo e preventivo sendo que a manutenção corretiva é a predominante.

3.4.1. Manutenção Corretiva

As requisições de reparação, e não só, são controladas no SISGOMA. A própria requisição emitida pelo setor ou unidade serve como uma OT (ordem de trabalho) de manutenção corretiva para uma equipa. Na requisição consta informações do requisitante, data de requisição, nível de urgência (normal, urgente ou muito urgente), situação, área técnica, assunto e descrição do pedido como apresentado na figura que se segue.

Consulta requisição 2015/936

Data criação: 2015-04-22 **Utilizador de criação:** El...

Sector: (38) Residência João Jacinto

Situação do pedido:
 (14) Em avaliação 2015-04-30 Pe...

Área técnica: Electricidade

Assunto: Caldeira

Data requisicao: 2015-04-22 **Data prevista conclusão:** **Nível de urgência:** (2) Urgente

Data conclusão: **Utilizador de fecho da requisição:**

Avaliação: ()

Data	Utilizador	Descrição
2015-04-22 09:45:44	El...	-Pedido de verificação da avaria na caldeira

Figura 3.4. Requisição em avaliação.

Ao técnico que realiza o trabalho pedido serve como OT, um documento com a descrição da requisição e o material necessário para execução identificados pelo responsável da equipa. Os tempos de intervenção são controlados através da folha de obra. No Anexo A e Anexo B estão apresentadas uma OT para o técnico e a folha de obra respetivamente.

3.4.2. Manutenção Preventiva

Os trabalhos preventivos cuja realização implique entidades certificados, o NMC recorre à subcontratação, como são os casos de manutenção de elevadores, manutenção dos sistemas de ventilação, inspeções às instalações de gás e manutenção de equipamentos de

refrigeração industrial (câmaras frigoríficas). O Gabinete de Nutrição e Controlo Alimentar (GNCA) inserida na Divisão de Alimentação dos SASUC, responsável pelo controlo de qualidade e garantia de boas práticas de higiene e segurança alimentar, possui uma equipa HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*) que efetua visitas periódicas às unidades de alimentação, deixando sob responsabilidade do NMC corrigir as não conformidades a nível dos equipamentos. O GNCA também efetua limpeza dos equipamentos de refrigeração de menor porte das unidades alimentares.

Existe um plano anual de manutenção preventiva para 36 unidades nas áreas de Pedreiros, Pintura e Serralharia mas não é cumprido na íntegra devido a pedidos regulares de manutenção corretiva. A nível dos equipamentos, exceto câmaras frigoríficas, o plano não foi calendarizado pelo que não foi posto em execução.

3.5. Caso de Estudo

O estudo realizado para a implementação da manutenção preventiva teve como objetos de estudo, os equipamentos de uma unidade alimentar e três unidades de alojamento dos SASUC: Complexo Alimentar do Polo II, Residência Teodoro, Residência Polo II-2, Residência Polo III. Na Residência Polo II-2 está inserida uma lavandaria responsável pelo tratamento de roupa de 8 residências dos SASUC. Os equipamentos existentes nessas unidades são nomeadamente equipamentos de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado), cozinha, refrigeração e lavandaria. Na tabela seguinte são mostrados alguns resultados de prestação de serviço destas unidades relativo ao ano 2014.

Tabela 3.2. Resultados de prestação de serviço das unidades no ano 2014 (adaptado de (SASUC, 2015a)).

Unidade alimentar	Nº de refeições servidas	Média de refeições servidas/dia
Complexo Alimentar do Polo II	150.539	669
Unidade de alojamento	Capacidade	Taxa de ocupação
Residência Teodoro	98	87,74 %
Residência Polo II-2	166	81,28 %
Residência Polo III	270	81,17 %

4. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Neste capítulo é apresentado todo o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação. Começou-se por fazer uma análise da capacidade do NMC e posteriormente procedeu-se ao desenvolvimento de requisitos e mecanismos necessários para a implementação da manutenção preventiva nos equipamentos.

4.1. Análise do Serviço

Esta análise tem o intuito de determinar a possibilidade de implementar o plano de manutenção preventiva existente a nível dos equipamentos. Para isso fez-se uma análise de requisições dos setores ou unidades ao NMC e do plano geral de manutenção preventiva.

4.1.1. Análise de Requisições

Com o apoio do SISGOMA foi possível obter um relatório de requisições recebidas entre 1 de janeiro de 2014 e 30 de abril de 2015. Neste período o NMC recebeu 3929 requisições, excluindo as repetidas, de 51 unidades. No Apêndice A está apresentada a repartição das requisições por unidade. É de referir que a escolha das unidades para realizar este trabalho, apresentadas em caso de estudo, foi decidida pelos superiores do NMC e não é justificada pelas suas capacidades nem pelos seus números de requisições mas sim pelos prestígio que possuem.

A Figura 4.1 ilustra a distribuição das requisições por setor, área técnica, nível de urgência e situação. Como se pode verificar na Figura 4.1 (b) os equipamentos constituem uma grande fatia das requisições, visto que cerca de 38% é ocupada pelas áreas de Eletricidade, Frio e Gás, embora essa porção não seja na sua totalidade pedidos de manutenção. O sistema não permite distinguir os pedidos de manutenção dos pedidos de novos equipamentos ou material sem consultar as descrições dos mesmos, por isso não foi possível identificar todos os pedidos de reparação dado ao tempo disponível. Quanto ao nível de urgência (Figura 4.1 (c)) constata-se que grande parte das requisições são de máxima urgência, isto é, foi solicitada satisfação imediata, e mais uma vez as áreas técnicas em estudo combinadas detêm a maioria neste campo de análise.

No período mencionado, a média de requisições por dia útil é de aproximadamente 12 sendo que a combinada das áreas técnicas em estudo é de aproximadamente 4.

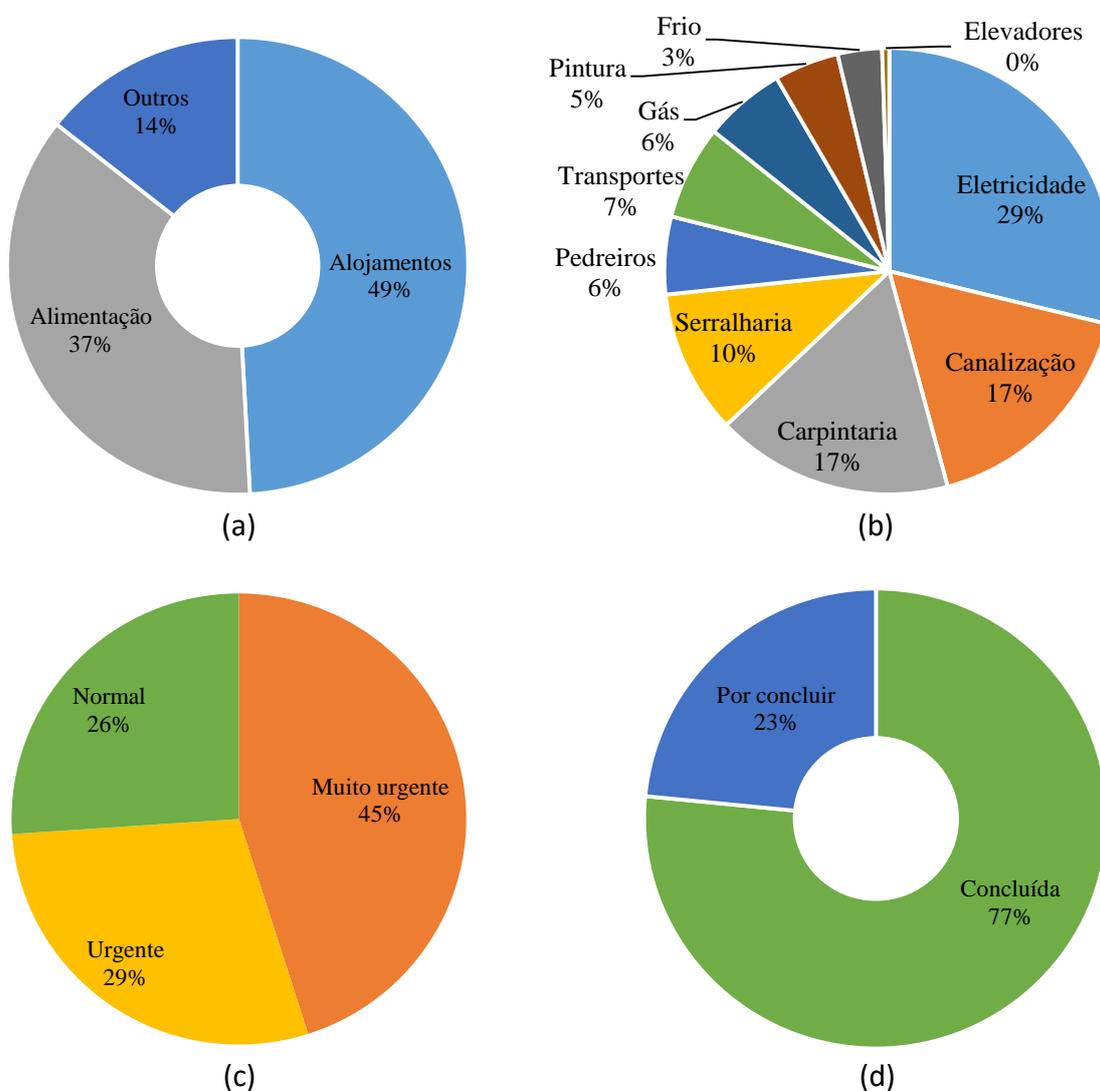


Figura 4.1. Requisições por: (a) setor; (b) área técnica; (c) nível de urgência; (d) situação.

4.1.2. Análise do Plano de Manutenção

O plano foi estruturado em dois níveis, A – Edifícios e B – Equipamentos. Cada nível foi dividido em vários subníveis como mostra a Tabela 4.1. Dentro de cada subnível foram descritas as ações de manutenção e para cada ação foi definida a periodicidade, a área técnica, a estimativa do tempo de execução, o tempo anual de execução por edifício, os edifícios onde será executada e o tempo total anual de execução. O plano de manutenção de alguns equipamentos pode ser consultado no Anexo C.

Tabela 4.1. Estrutura do plano de manutenção preventiva dos SASUC.

A – Edifícios	
A.1 – Coberturas	A.8 – Revestimentos interiores
A.2 – Caixilharias em alumínio	A.9 – Rede de esgoto
A.3 – Caixilharias em aço	A.10 – Rede de abastecimento de água
A.4 – Portas em madeira	A.11 – Grupos de bombagem
A.5 – Portas corta-fogo	A.12 – Instalações e equipamentos elétricos
A.6 – Estores	A.13 – Carretéis de incêndio
A.7 – Tetos falsos	A.14 – Instalações de gás
B – Equipamentos	
B.1 – Equipamentos a gás	B.4 – Equipamentos de refrigeração (Arcas congeladoras e Armários frigoríficos)
B.2 – Máquinas de lavar louça	B.5 – Sistemas de ventilação das cozinhas
B.3 – Máquinas diversas (Picadora, Passador, Varinha mágica, etc.)	B.6 – Sistemas de refrigeração industrial (câmaras frigoríficas)

O plano foi bem estruturado mas pode ser melhorado. Os tempos de execução foram estipulados sem basear em registos dos tempos de intervenções. A nível de equipamentos, não foi utilizado nenhum critério de seleção, por isso muitos importantes ficaram excluídos do plano.

A partir do tempo total anual de execução foram estimadas as horas anuais de manutenção preventiva e comparadas com as horas anuais de trabalho para cada área técnica como apresentada na Tabela 4.2. Pode verificar-se que o tempo requerido para desencadear as ações de manutenção planeadas é elevado, mais de 50% do tempo de trabalho anual em algumas áreas técnicas. Na área de Eletricidade torna-se difícil cumprir o plano, visto que é a área com mais requisições. Na área de Gás, apesar de ter menos requisições, também haverá dificuldades no cumprimento do plano porque apenas tem um técnico.

Tabela 4.2. Estimativa de horas anual de manutenção preventiva (adaptado de (Pinto & Rosa, 2014)).

Área técnica	Horas anuais	Horas anuais de manutenção preventiva estimada	
Canalização	2.640	1.398	53%
Carpintaria	3.520	1.632	46%
Eletricidade	3.520	1.842	52%
Gás	1.760	725	41%
Pedreiro	5.280	1.085	21%
Pintura	2.640	432	16%
Serralharia	880	497	56%
Total	20.240	7.611	38%

Após efetuar as análises conclui-se que o plano é demasiado extenso face aos recursos existentes, uma vez que quase a totalidade das horas anual de trabalho é gasto com as requisições de manutenção corretiva, não havendo muito tempo disponível para a prevenção de avarias. Portanto, deduz-se que a implementação da manutenção preventiva no serviço é um processo que deve ser iniciada lentamente através da realização de um estudo prévio e uma organização necessária para uma boa implementação a apresentar nos próximos tópicos.

4.2. Inventário

Houve necessidade de fazer um levantamento dos equipamentos nas unidades porque o parque encontra-se desatualizado no sistema informático devido as constantes mudanças dos equipamentos entre as unidades e dentro das unidades sem conhecimento do NMC. Os equipamentos foram simplesmente tabelados em Excel de modo a procederem a atualização do parque. Para os equipamentos, ainda com identificação, foram levantados a marca, o modelo e o número de série. Foi utilizada uma tabela apresentada no Apêndice B que também poderá ser usada para inventariar equipamentos nas restantes unidades. De seguida são ilustrados alguns equipamentos e suas respetivas localização e identificação.



Unidade: Complexo Alimentar do Polo II

Lugar: Central de refrigeração

Designação: Central frigorífica

Marca: BITZER

Modelo: 3/4FES-3Y



Unidade: Complexo Alimentar do Polo II

Lugar: Copa

Designação: Máquina de lavar loiça túnel

Marca: COMENDA

Modelo: AX 440



Unidade: Residência Polo III

Lugar: Central térmica

Designação: Bomba de circulação

Marca: WILO

Modelo: DPL 32/90



Unidade: Residência Polo II-2

Lugar: Central térmica

Designação: Caldeira

Marca: ROCA

Modelo: G 400/215



Unidade: Residência Polo II-2

Lugar: Central térmica

Designação: Depósitos acumuladores

Marca: ROCA

Modelo: 500 I/PC

Figura 4.2. Alguns equipamentos das unidades.

4.2.1. Codificação

Os equipamentos, apenas os identificados como mais importantes, foram codificados segundo os edifícios e número de inventário. A ideia era criar uma codificação que permitisse saber o tipo e a localização exata do equipamento através do seu código mas como referido anteriormente, é frequente os equipamentos mudarem de local, portanto decidiu-se adotar uma codificação que permita identificar apenas a unidade onde o equipamento está instalado. Os edifícios já se encontravam codificados pela UC por isso apenas adaptaram-se os códigos de algumas unidades aos dos edifícios correspondentes. A codificação adotada a introduzir no sistema de informação é alfanumérico com o formato: S.X.Y, onde S identifica os SASUC, X é o número do edifício e Y é o número de património do equipamento. A figura seguinte representa um código de equipamento.

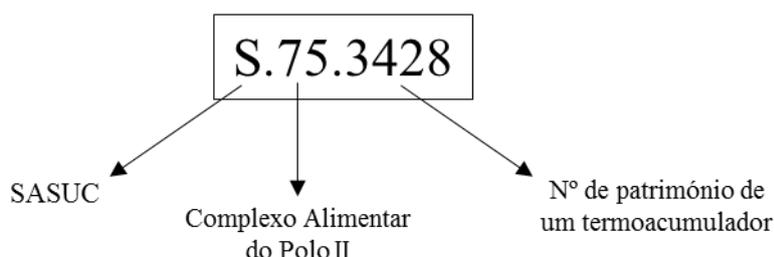


Figura 4.3. Código de um equipamento.

Foram marcados com recurso de uma caneta eletrónica os equipamentos sujeitos a condições de trabalho e limpeza mais agressivos nomeadamente os de cozinha e da central de refrigeração do Complexo Alimentar do Polo II e os de lavandaria como ilustrada na Figura 4.4. Os restantes serão marcados com etiquetas de património que devido a demora no processo de impressão das etiquetas ficou sob responsabilidade do NMC colocá-las. Para alguns equipamentos não foi possível identificar os seus números de património porque não constam no inventário do NMC ou porque não foram adquiridos pelos SASUC.

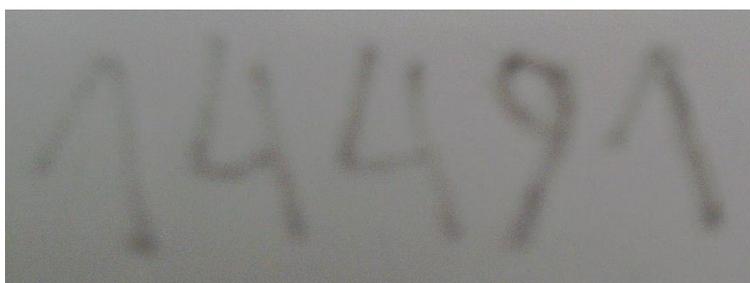


Figura 4.4. Marcação efetuada num equipamento.

4.3. Estudo da Criticidade dos Equipamentos

A avaliação da criticidade dos equipamentos fez-se em duas fases, primeiramente foi efetuado um simples questionário aos responsáveis das unidades e realização de inquéritos de criticidade na segunda fase.

4.3.1. Questionário

O questionário, apresentado no Apêndice C, foi sugerido pelos superiores do NMC tendo como objetivo identificar os 5 equipamentos mais importantes para as unidades. Para estes equipamentos decidiu-se saber o número de utilizadores, a informação de utilização existente, as principais avarias e suas causas e possíveis modos de prevenção. A tabela seguinte mostra os equipamentos importantes segundo os responsáveis das unidades.

Tabela 4.3. Equipamentos mais importantes de acordo com o questionário.

Residência Polo II-2	
<ul style="list-style-type: none"> • Fogões • Equipamentos de refrigeração • Caldeira 	<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de lavar roupa • Micro-ondas
Lavandaria de Residências – Polo II	
<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de lavar de roupa industrial • Máquina de secar roupa 	<ul style="list-style-type: none"> • Calandra de Passar • Máquina de lavar roupa
Residência Polo III	
<ul style="list-style-type: none"> • Máquina de lavar roupa • Equipamentos de refrigeração • Caldeiras 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos acumuladores • Bombas de circulação
Residência Teodoro	
<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de refrigeração • Máquinas de lavar roupa • Máquina de secar 	<ul style="list-style-type: none"> • Caldeira • Depósitos acumuladores
Complexo Alimentar do Polo II	
<ul style="list-style-type: none"> • Câmaras frigoríficas • Fogões monoluma • Fritadeiras 	<ul style="list-style-type: none"> • Descascadora de batatas • Elevadores

Em relação as outras questões feitas, foi possível perceber que há falhas por parte do Serviço de Manutenção e também dos utilizadores. As principais causas de avarias identificadas são as seguintes:

- Uso contínuo dos equipamentos levando ao desgaste dos mesmos;
- Ausência de manutenção preventiva nos equipamentos das centrais térmicas e da Lavandaria de Residências – Polo II;
- Má utilização por parte dos utilizadores no caso dos equipamentos à disposição dos estudantes;
- Uso de detergentes de má qualidade em máquinas de lavar roupa.

As principais avarias identificadas ocorrem em componentes como resistências, termóstatos, correias de transmissão e rolamentos. Tais componentes podem ser substituídas preventivamente.

Nos modos de prevenção das avarias, os responsáveis das residências indicaram a sensibilização dos estudantes sobre cuidados a ter com os equipamentos que dispõem e a manutenção regular nos restantes equipamentos. Também dos outros questionados, a indicação obtida é que seja efetuada manutenção preventiva nos equipamentos pelo Serviço de Manutenção.

4.3.2. Inquérito de Criticidade

O inquérito, apresentado no Apêndice D, teve como finalidade selecionar os equipamentos críticos com uso de um método de avaliação de criticidade. Adotou-se o método das Tabelas de Criticidade sendo um método que utiliza vários critérios de forma a proporcionar uma melhor seleção. Alguns dos critérios base do método foram adaptados ao serviço e ainda estabeleceram-se mais dois. Os critérios e os seus respetivos coeficientes de pesos (CP) são apresentados na Tabela 4.4.

Foram definidas três gamas do índice de criticidade (IC) de forma a classificar os equipamentos segundo três graus de criticidade e estabelecer o tipo de manutenção a aplicar em cada grau como apresentada na Tabela 4.5.

Tabela 4.4. Critérios de avaliação de índice de criticidade utilizados.

Critério	CP	Pontos máximos
1. Importância para o serviço	3	6
2. Impacto no serviço em caso de avaria	2	4
3. Periodicidade de funcionamento	1	2
4. Frequência de avarias	1	2
5. Impacto na segurança de pessoas em caso de avaria	1	2
6. Complexidade tecnológica	2	4
7. Custos diretos de manutenção	1	2
8. Custo de substituição por um equipamento idêntico	1	2
	Total	24

Tabela 4.5. Graus de criticidade estabelecidas.

Gama do IC	Grau de criticidade	Tipo de manutenção
$18 \leq IC \leq 24$	2 – Elevado	Manutenção preventiva
$14 \leq IC \leq 17$	1 – Médio	Manutenção preventiva
$0 \leq IC \leq 13$	0 – Baixo	Manutenção corretiva

São classificados como críticos, importantes e pouco importantes os equipamentos de graus de criticidade elevado, médio e baixo respetivamente. Aos equipamentos críticos devem ser feitas uma melhor organização documental possível, e aos importantes uma organização menos completa.

Dividiu-se o inquérito em duas partes. Uma parte, preenchida pelos responsáveis das unidades, com os critérios de 1 a 6 e a outra contendo os restantes critérios foi respondida por um técnico do NMC.

A Tabela 4.6 apresenta o cálculo do IC de um equipamento de acordo com as respostas do inquérito, em que VE (valor estimado) é a cotação da resposta do critério e PE (pontos estimados) é a ponderação do critério através de VE e CP (coeficiente de peso)

Tabela 4.6. Tabela de criticidade da caldeira da Residência Polo II-2.

Critério																IC
1		2		3		4		5		6		7		8		
VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	
2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	2	2	18

No Apêndice E pode ser consultada a tabela de criticidade dos equipamentos. O grau de criticidade de alguns foi alterado pelos superiores do NMC por considerarem que a classificação atribuída de acordo com as respostas dos responsáveis das unidades não é adequada. Na tabela seguinte estão apresentados os equipamentos considerados mais importantes a colocar sob manutenção preventiva.

Tabela 4.7. Equipamentos a colocar sob manutenção preventiva.

Residência Polo II-2	
<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de refrigeração • Caldeira 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos acumuladores • Máquina de lavar roupa
Lavandaria de Residências – Polo II	
<ul style="list-style-type: none"> • Máquinas de lavar de roupa industrial • Máquina de secar roupa 	<ul style="list-style-type: none"> • Calandra de Passar • Máquina de lavar roupa
Residência Polo III	
<ul style="list-style-type: none"> • Caldeiras • Equipamentos de refrigeração • Bombas de circulação 	<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos acumuladores • Permutador de calor • Máquinas de lavar roupa
Residência Teodoro	
<ul style="list-style-type: none"> • Depósitos acumuladores • Caldeira 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos de refrigeração
Complexo Alimentar do Polo II	
<ul style="list-style-type: none"> • Central frigorífica • Câmaras frigoríficas • Máquinas de lavar loiça • Fogões (monolume e 4 lumes) • Termoacumuladores • Elevadores 	<ul style="list-style-type: none"> • Compressor • Bombas de circulação • Fritadeiras (basculantes e elétricas) • Fornos • Grelhadores • Elementos self (quente e refrigerado)

Para os equipamentos mencionados na Tabela 4.7, com exceção dos elevadores e câmaras frigoríficas, fez-se uma organização por unidade num dossier de toda a informação disponível no serviço designadamente manual de utilização, manual de operação e manutenção, lista de peças e desenhos. Ainda fez-se consulta na internet, em websites dos fabricantes e outros, reunindo assim o máximo de documentos dos equipamentos possível. Os documentos em formato digital foram organizados também por unidade.

4.4. Ficha de Historial do Equipamento

Aquando da análise do plano de manutenção pretendeu-se estimar intervalos de substituição de componentes dos equipamentos através da análise estatística dos TBFs, mas não foi possível dado que o NMC não possui registos de avarias nos equipamentos. Com a implementação da manutenção preventiva torna-se obrigatório registar as principais ocorrências nos equipamentos, portanto desenvolveu-se um modelo de histórico do equipamento, apresentado no Apêndice F, que permite ao serviço registar e manter atualizado todas as avarias ou falhas e intervenções corretivas nos equipamentos.

O histórico, identificado pelo código e grau de criticidade do equipamento, tem como principais campos de preenchimento (Tabela 4.8) para cada ocorrência os seguintes:

- Data da ocorrência;
- Tipo de ocorrência: falha ou reparação;
- Componente causador da falha ou componente reparada;
- Estado em que ficou o equipamento após a ocorrência: em funcionamento, funcionamento condicionado (degradado) ou inativo (avariado);
- Número de requisição: permite saber outras informações relativo a ocorrência nomeadamente o executante da ação corretiva ou preventiva, o tempo de execução e o material gasto.

Tabela 4.8. Campos de registo de ocorrências nos equipamentos.

Data	Ocorrência	Componente	Estado do equipamento	Nº de requisição

4.5. Requisição de Manutenção Preventiva

Para dar forma à manutenção preventiva no serviço, foi estabelecida um modelo de OT apresentada no Apêndice G. A OT, denominada de requisição de manutenção preventiva, será emitida exclusivamente pelo NMC, também no SISGOMA, tendo como principais funções descrever os trabalhos a realizar e os recursos materiais necessários ao técnico ou equipa e servir como suporte de relatar os trabalhos executados (Tabela 4.9).

Tabela 4.9. Principais funções da requisição de manutenção preventiva.

Descrição do trabalho a executar				
Descrição da Tarefa				Falha detetada
Recursos necessários				
Descrição da falha detetada				
Código do equipamento	Tipo de falha	Componente	Reparação efetuada	Estado do equipamento

O campo de preenchimento “Falha detetada” permite anotar qualquer anomalia encontrada no equipamento e proceder à sua descrição da seguinte forma:

- Código do equipamento: número de inventário caso o equipamento estiver marcado de maneira a ser registada a ocorrência no seu histórico;
- Tipo de falha: classificar a falha em mecânica, elétrica, eletrónica, pneumática, hidráulica ou outra;
- Componente em causa;
- Reparação efetuada: indicar apenas se foi feita alguma intervenção para eliminar a falha;
- Estado em que ficou o equipamento após efetuada ou não a intervenção.

Todas as adaptações necessárias devem ser efetuadas no SISGOMA de modo a implementar o histórico do equipamento e a requisição de manutenção preventiva. As requisições das unidades ou setores devem ser distinguidas das de manutenção preventiva através da criação de um campo que identifica as dos setores ou unidades como requisições de manutenção corretiva por defeito. As requisições de manutenção preventiva emitidas devem ser listadas por ordem crescente da data agendada de maneira a construir um plano anual de manutenção calendarizado.

4.6. Planos de Manutenção Preventiva

Em último lugar, desenvolveu-se um documento, apresentado no Apêndice H, onde constam as ações de manutenção preventiva dos equipamentos críticos identificadas com base em manuais dos equipamentos, plano de manutenção existente e um plano de manutenção dos SASUP (Pinto, 2009) e ainda foram estabelecidas as periodicidades para grande parte das ações. Esse documento servirá de auxílio aquando da emissão de uma requisição de manutenção preventiva. Os equipamentos estão listados por unidade no documento, para cada equipamento é indicada a referência para consulta das suas informações técnicas existentes e onde pode ser encontrada, de modo a permitir facilidade e rapidez na consulta.

A Tabela 4.10 representa um plano de manutenção preventiva de um dos equipamentos críticos. É de referir que nos planos construídos estão definidas quem deve realizar cada ação, o utilizador ou um técnico de manutenção.

Tabela 4.10. Plano de manutenção das caldeiras da Residência Polo III.

Caldeira ROCA G1000
Técnico de manutenção <ul style="list-style-type: none"> • Limpeza do corpo da caldeira – anual • Análise de combustão – semestral • Limpeza dos órgãos de ignição – trimestral • Verificação do funcionamento dos órgãos de comando – trimestral

4.7. Propostas de Melhoria no Serviço

Ao longo da realização do trabalho deparou-se com algumas circunstâncias principalmente no sistema de informação que podem ser melhoradas facilitando assim a gestão da manutenção no serviço.

Aquando da análise das requisições verificou-se que há separação apenas entre as de transporte e as pertencentes às outras técnicas. As requisições direcionadas às áreas técnicas de manutenção podem ser pedidos de manutenção (reparação, revisão e instalação de equipamentos), pedidos de material para *stocks* das unidades (lâmpadas dos candeeiros das residências e peças cuja substituição é feita por um funcionário da unidade) ou pedidos de novos equipamentos. Por isso, propõe-se a distinção destes tipos de pedidos logo no ato da emissão da requisição através da adaptação do sistema ou criação de um padrão para o preenchimento do assunto da requisição.

Ainda em relação as requisições constatou-se que uma requisição pode ter pedidos relativo a equipamentos ou materiais diferentes. Aqui, sugere-se a emissão de uma requisição apenas para equipamentos ou materiais idênticos.

Face às regulares mudanças dos equipamentos de local, o serviço deve impor que estas sejam sempre notificadas de maneira a manter o parque de equipamentos sempre atualizado. Relativamente a equipamentos à disposição dos estudantes, sugere-se o desenvolvimento de um padrão de regras ou normas de utilização com a marca da instituição e aplicar nas residências de forma a reduzir as falhas na utilização dos equipamentos que muitas vezes provocam avarias.

Ainda propõe-se a aquisição de um equipamento para a análise de vibrações nas máquinas rotativas, sendo um equipamento que permite detetar falhas em máquinas de forma rápida sem necessidade de efetuar a desmontagem da máquina.

5. CONCLUSÕES

A necessidade de manutenção é transversal a muitas empresas de prestação de serviço e todas as industriais, mas muitas não são capazes de perceber a sua importância e muitas vezes é criticada e considerada um custo extra desnecessário. O resultado de uma boa gestão da manutenção é refletido no desempenho e custos de exploração dos equipamentos. Contudo, os indicadores disponíveis para a medida do desempenho da manutenção, com vista à melhoria da eficiência não são ainda utilizados por todas as organizações.

Nos SASUC, é dada importância à manutenção preventiva como um fator de redução das avarias. A implementação deste tipo de manutenção deve ser estudada previamente e aplicada segundo os indicadores de desempenho como a disponibilidade dos equipamentos de modo a evitar a utilização de recursos em demasia na manutenção preventiva sem ter retorno de benefícios. Os mecanismos de planeamento desenvolvidos neste trabalho designadamente inventariação dos equipamentos, histórico do equipamento, ordem de trabalho de manutenção preventiva e planos de manutenção preventiva dos equipamentos permitem dar início ao programa de manutenção preventiva e ao longo do tempo obter indicadores de desempenho através do histórico para avaliar a política de manutenção adotada.

A realização deste trabalho teve como dificuldades, a falta de informação sobre as avarias nos equipamentos que seriam muito úteis para a caracterização das falhas e estudos da fiabilidade dos equipamentos, e a indisponibilidade dos colaboradores das unidades e do NMC para fornecer as informações pretendidas que muitas vezes resultou em esperas morosas.

O objetivo principal do trabalho foi alcançado na sua íntegra. Contudo, até a aplicação da manutenção preventiva em todas unidades dos SASUC há um longo caminho pela frente, uma vez que o processo de execução do programa é lento e além disso requer uma melhoria contínua de modo a ganhar consistência.

De seguida são apresentadas algumas sugestões a ter em consideração para trabalho futuro.

5.1. Sugestões de Trabalho Futuro

As oportunidades de melhoria da manutenção nos SASUC não se esgotam nas apresentadas ao longo do presente trabalho. Para trabalho futuro ficam as seguintes propostas que dado ao tempo disponível não foi possível explorar:

- Identificação dos equipamentos já selecionados com documentos em falta, manuais, lista de peças e desenhos de forma que o serviço possa requisitar os documentos ao fabricante ou representante;
- Abranger a manutenção preventiva aos equipamentos das restantes unidades começando pelas unidades com mais requisições;
- Averiguar se as recomendações de utilização dos equipamentos das unidades alimentares são cumpridas pelos operadores;
- Análise dos custos de manutenção e identificação de equipamentos com custos mais elevados;
- Estudo das paragens em máquinas de lavar louça tipo túnel (paragens de curta duração provocadas pela paragem da tapete).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assis, R. (2004). *Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção – Fiabilidade e Manutenibilidade*. Lisboa: Lidel – edições técnicas.
- Bernardes-Silva, F. N. (1980). Estruturação da Manutenção Preventiva em Unidades Industriais. Em *Congresso 80*. Coimbra: Ordem dos Engenheiros.
- Burke, T. (2015). Bathhtub Curves: Not Just for Eye Diagrams. Acedido 5 de Agosto de 2015, em http://www.eetimes.com/author.asp?section_id=36&doc_id=1325542
- Cabral, J. P. S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção – Dos Conceitos à Prática...* (6ª Edição). Lisboa: Lidel – edições técnicas.
- Cabral, J. P. S. (2009). *Gestão da Manutenção de Equipamentos, Instalações e Edifícios* (2ª Edição). Lisboa: Lidel – edições técnicas.
- EN 13306 (2001). Maintenance – Maintenance Terminology. European Committee for Standardization. Brussels.
- FD X 60-000 (2002). Maintenance industrielle – Fonction maintenance. Association Française de Normalisation.
- Ferreira, L. A. (1998). *Uma Introdução à Manutenção* (1ª Edição). Porto: Publindústria, Edições Técnicas.
- Forma Conceito. (2015). Orçamento – Curva ABC. Acedido 11 de Agosto de 2015, em <http://www.formaconceito.com.br/noticia/orcmanto-curva-abc>
- Jesus, J. A. da S. de. (2014). *Material de Apoio à Disciplina de Gestão da Manutenção*. Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial. Departamento de Engenharia Mecânica. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.
- Mirshawka, V., & Olmedo, N. L. (1993). *Manutenção: Combate aos custos de não-eficácia – A vez do Brasil*. São Paulo: Makron Books.
- Monchy, F. (1987). *La fonction maintenance – Formation à la gestion de la maintenance industrielle*. Paris: Masson.
- Pinto, C. da C. (2009). *Unidade Alimentar Engenharia – Planos de Manutenção Preventiva dos Equipamentos*. SASUP.
- Pinto, O. M., & Rosa, L. C. V. (2014). *Plano de Manutenção Preventiva*. SASUC.

SASUC. (2015a). *Relatório de Atividades 2014*.

SASUC. (2015b). serviços de ação social. Acedido 29 de Julho de 2015, em <http://www.uc.pt/sasuc>

Souris, J.-P. (1992). *Manutenção Industrial – Custo ou Benefício?* Lisboa: Lidel – edições técnicas.

Sousa, J. P. R. de. (2011). *Organização do Sistema de Manutenção em Empresa de Lavandaria Industrial*. Tese de Mestrado em Engenharia Mecânica. Escola de Engenharia da Universidade do Minho, Braga.

ANEXOS

Anexo A – OT de Manutenção Corretiva

		SIGOMA-006
Serviços de Acção Social da Universidade de Coimbra Serviço de Manutenção		
Area técnica: Electricidade	Requisição:	2015/936
Sector: Residência João Jacinto	Data requisição:	2015-04-22
Requisitante: El ...		
Assunto: Caldeira		
Descrição		
-Pedido de verificação da avaria na caldeira Material necessário para reparação: 1-BOMBA CIRCULAÇÃO GRUNDFOSS TYPE UPS 25-40 180 230V		
Trabalho		

Terminado:		
____ / ____ / ____		
terça-feira, 18 de Agosto de 2015	15:38:20	Página 1 de 1

Anexo B – Folha de Obra

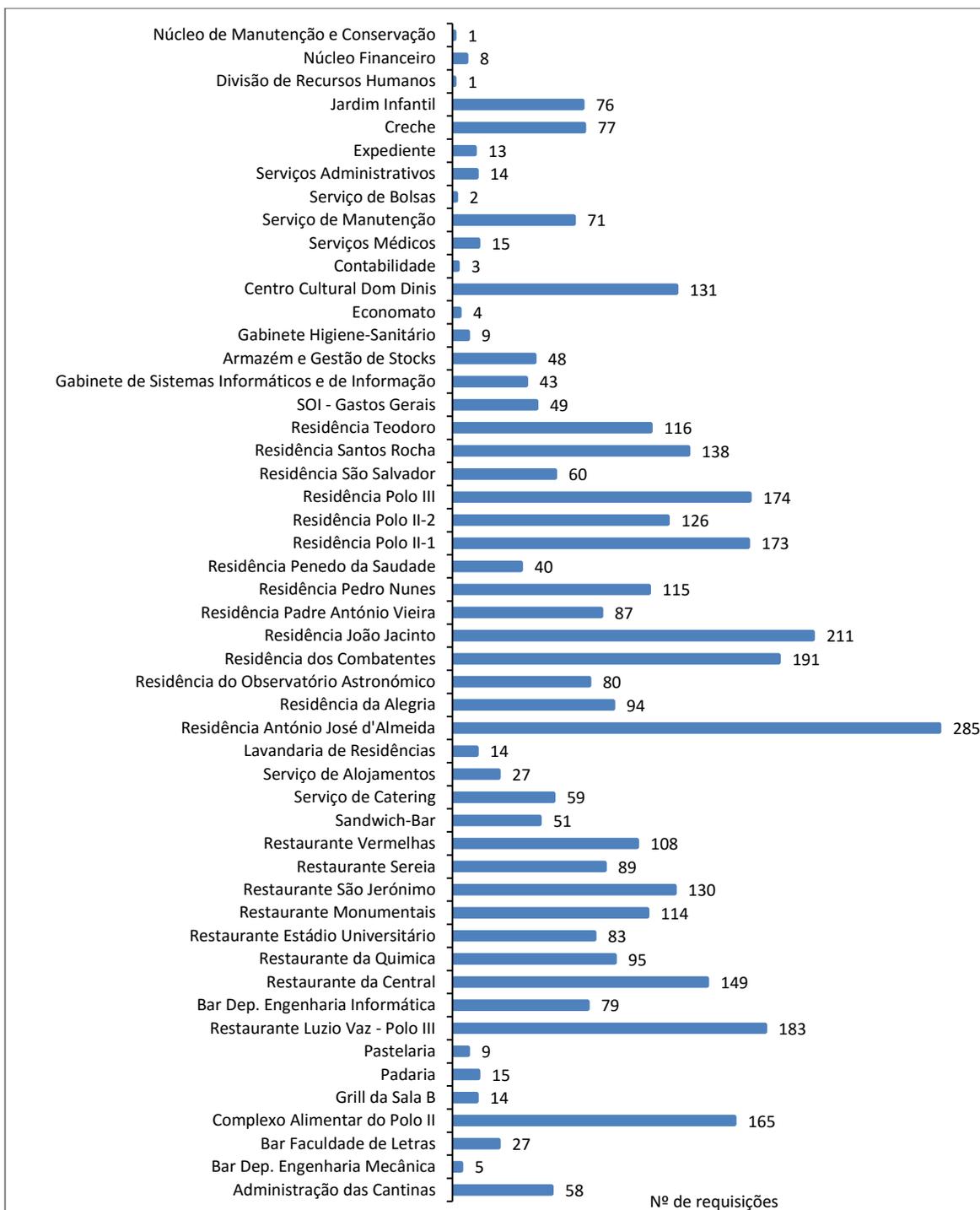
Serviços de Ação Social da Universidade de Coimbra					
Nome:					
Data: ___/___/___					
		Dia	Mês	Ano	
N.º Req.	Hora Saída	Hora Início	Hora Fim	Hora Chegada	Ass. Requisitante
A no					
N.º					
A no					
N.º					
A no					
N.º					
A no					
N.º					
A no					
N.º					
Observações:					

Anexo C – Plano de Manutenção de Equipamentos

N.º	Ações	Periodicidade	Área Técnica	Est. Tempo (h)	Tempo/Edif. (h)	N.º Edifícios	Tempo Total (h)
B	Equipamentos						
B.1	Equipamentos a Gás						
B.1.1	Leituras das pressões da instalação de gás, etc.	Anual	Gás	2	2	32	64
B.1.2	Reaperto de manipulou e parafusos, etc.	Anual	Gás	4	4	32	128
B.1.3	Lubrificação de sistemas de engrenagens e de outras peças móveis.	Anual	Gás	2	2	32	64
B.1.4	Inspeção e limpeza geral de gambiarras, de queimadores, injetores, isqueiros, queimadores-piloto, sondas termopar e válvulas de segurança.	Anual	Gás	4	4	31	124
B.1.5	Afinação do regulador de ar primário.	Anual	Gás	1	1	31	31
B.1.6	Inspeção aos redutores de pressão de gás.	Anual	Gás	1	1	31	31
B.1.7	Inspeção e afinação da válvula automática de gás.	Anual	Gás	1	1	31	31
B.1.8	Substituição de sonda termopar.	Bi-Anual	Gás	2	2	15	30
B.2	Máquinas de lavar louças						
B.2.1	Ler as pressões da alimentação de água quente e fria.	Anual	Canalização	2	2	17	34
B.2.2	Inspeccionar filtro ou elemento descalcificador.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.3	Inspeccionar vedantes das partes elétricas.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.4	Inspeccionar e testar os manipulou e botões de comando.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.5	Inspeccionar e, se necessário, desmontar e lubrificar os braços, as cruzetas e extrair o calcário dos injetores.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.6	Inspeccionar a vedação das bombas, caldeira e todo o sistema hidráulico.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.7	Inspeccionar sistema de recuperação de energia e ventilador.	Semestral	Elettricidade	2	4	17	68
B.2.8	Lubrificar as partes móveis que assim o exijam.	Semestral	Elettricidade	1	2	17	34

APÊNDICES

Apêndice A – Distribuição das Requisições por Unidade



Apêndice C – Questionário



Questionário

Unidade: _____

1. Quais são os equipamentos críticos para o funcionamento do serviço?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

Para cada um dos equipamentos referidos em 1:

2. Quantos são os utilizadores?

- a) ____ b) ____ c) ____ d) ____ e) ____

3. Existe manual de instruções ou utilização?

Sim ____ De quais? _____

Não ____

4. Quais são as principais avarias?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

5. Quais são as principais causas de avarias?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

6. Quais são os possíveis modos de prevenção de avaria?

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____

Apêndice D – Inquérito de Criticidade



Inquérito de Criticidade de Equipamentos

Este inquérito visa identificar os equipamentos críticos para o bom funcionamento das unidades de alimentação e alojamento dos SASUC no âmbito de um estudo sobre manutenção preventiva, por isso pede-se coerência no preenchimento.

Unidade: _____

Equipamento: _____

Para o equipamento referido acima, marque com uma cruz (X) na situação correspondente. Deve ter em conta os equipamentos idênticos de reserva.

1. Importância do equipamento para o serviço:

Secundário Principal Vital

2. Impacto no serviço em caso de avaria:

Baixos Médios Elevados

3. Periodicidade de funcionamento:

Episódico Intermitente Contínuo

4. Frequência de avarias:

Baixa Média Elevada

5. Impacto na segurança de pessoas em caso de avaria:

Nulo Reduzido Significativo

6. Complexidade tecnológica:

Simple Complexo Muito complexo

7. Custos diretos de manutenção:

Baixos Médios Elevados

8. Custo de substituição por equipamento idêntico:

Baixo Médio Elevado

Observações:

Apêndice E – Tabela de Criticidade dos Equipamentos

Unidade	Equipamentos	Critério																IC
		1		2		3		4		5		6		7		8		
		VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	VE	PE	
Lavanderia de Resid. Polo II	Máquinas de lavar roupa industrial	2	6	2	4	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	19
	Máquina de secar industrial	2	6	2	4	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	19
	Calandra de passar	2	6	2	4	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	18
	Máquina de lavar roupa	2	6	2	4	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	18
Residência Polo II-2	Bancas de refrigeração/congelamento	2	6	2	4	2	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	19
	Frigoríficos combinados	2	6	2	4	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	19
	Caldeira	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	2	2	18
	Máquina de lavar roupa	2	6	2	4	2	2	2	2	0	0	1	2	1	1	0	0	17
	Depósitos acumuladores*	2	6	2	4	2	2	1	1	2	2	0	0	0	0	2	2	17
	Fogões**	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	15
	Micro-ondas	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	11
	Caldeiras	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	2	2	18
Residência Polo III	Frigoríficos combinados	2	6	2	4	2	2	1	1	0	0	1	2	1	1	1	1	17
	Bombas de circulação	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	16
	Máquinas de lavar roupa*	2	6	2	4	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	15
	Depósitos acumuladores*	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14
	Micro-ondas	1	3	1	2	2	2	1	1	0	0	1	2	1	1	0	0	11
	Permutador de calor*	1	3	1	2	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	11
	Máquinas de secar	1	3	1	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	10
	Máquinas de lavar loiça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	4
Residência Teodoro	Caldeira	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	2	2	17
	Fogões**	2	6	2	4	2	2	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	16
	Frigoríficos combinados	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	16
	Máquinas de lavar roupa*	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	16
	Micro-ondas*	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	0	0	16
	Exaustores*	2	6	2	4	1	1	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	15
	Depósitos acumuladores*	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	14
	Aspiradores	2	6	2	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
Máquina de secar	2	6	1	2	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	13	
Complexo Alimentar do Polo II	Elevadores*	2	6	2	4	1	1	1	1	1	1	2	4	2	2	2	2	21
	Central frigorífica	2	6	2	4	2	2	0	0	2	2	1	2	2	2	2	2	20
	Câmaras frigoríficas	2	6	2	4	2	2	0	0	2	2	1	2	1	1	2	2	19
	Máquina de lavar loiça túnel	2	6	2	4	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	19
	Caldeira*	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	1	2	1	1	2	2	18
	Compressor	2	6	2	4	2	2	0	0	2	2	1	2	0	1	0	0	17
	Armários frigoríficos*	2	6	2	4	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	16
	Bombas de circulação	2	6	2	4	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	16
	Congeladores*	2	6	2	4	2	2	0	0	2	2	0	0	1	1	1	1	16
	Fogão 4 lumes	2	6	2	4	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	16
	Máquina de lavar loiça capota	2	6	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2	2	16
	Fogões monolume*	2	6	2	4	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	15
	Fritadeiras basculantes	2	6	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	14
	Fornos	2	6	2	4	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	14
	Fritadeiras elétricas	2	6	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	14
	Grelhadores	2	6	2	4	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	14
	Vitrines frigoríficos	1	3	1	2	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	2	2	11
	Elementos self quente/refrigerado*	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	10
	Descascadora de batatas*	1	3	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	2	2	10
	Cortador de legumes	1	3	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	8
	Máquina de café	0	0	1	2	2	2	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1	8
	Máquina de lavagem de vegetais	1	3	1	2	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	8
	Termoacumuladores*	1	3	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8
	Micro-ondas	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	1	1	0	0	4
	Distribuidores de água	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3
	Cortador de fiambre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2
Estufa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	2	
Picador de carnes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Torradeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
Tostadeira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	

* Alterados de grau de criticidade pelos superiores do NMC.

** Alterados de grau de criticidade pelo autor por terem muito pouca ocorrência de avarias.

Apêndice H – Planos de Manutenção Preventiva

Planos de Manutenção Preventiva dos Equipamentos

Referências:

- [1] Documentação técnica ou manual do equipamento
- [2] Plano de manutenção preventiva dos SASUC disponível no Serviço
- [3] Manual de manutenção da Residência Polo III disponível no Serviço e na Unidade
- [4] Plano de manutenção preventiva da Unidade Alimentar Engenharia dos SASUP disponível no Serviço

Unidade	Índice de Equipamentos	Referência para consulta de informações técnicas
Lavandaria de Residências Polo II	Máquinas de lavar roupa GIRBAU	[1] disponível na Unidade (mod. HS 6023)
	Máquina de secar roupa GIRBAU Calandra de passar Máquinas de lavar roupa Miele Professional	[1] disponível no Serviço
Residência Polo II-2	Frigoríficos combinados	[1] disponível no Serviço
	Bancas/arcas de refrigeração/congelamento Depósitos acumuladores Caldeira ROCA G400	[1] disponível no Serviço [1] disponível no Serviço [1] disponível no Serviço
Residência Polo III	Máquinas de lavar roupa Miele Professional	[1] disponível no Serviço e na Unidade
	Depósitos acumuladores	[1] disponível no Serviço
	Caldeiras ROCA G1000	[1] disponível no Serviço
	Bombas de circulação WILO	[1] disponível no Serviço
	Permutador de calor Frigoríficos combinados	[1] disponível no Serviço [1] disponível na Unidade e no Serviço
Residência Teodoro	Depósitos acumuladores	
	Caldeira KALARD	
	Frigoríficos combinados	
Complexo Alimentar do Pólo II	Central frigorífica	[1] disponível no Serviço
	Compressor	
	Termoacumuladores	[1] disponível no Serviço
	Máquina de lavar loiça túnel	[1] disponível no Serviço
	Máquina de lavar loiça capota	[1] disponível no Serviço
	Bombas GRUNDFOS	
	Fogões (monolume e 4 lumes)	[1] disponível no Serviço (monolume)
	Fornos convetores de ar	[1] disponível no Serviço
	Fornos convetores elétricos	[1] disponível no Serviço (EKA, ZANUSSI)
	Grelhadores a gás	
	Fritadeiras elétricas	
	Fritadeiras basculantes	[1] disponível no Serviço
	Elementos self quente	
	Elementos self refrigerado	
Descascadora de batatas	[1] disponível no Serviço	

1. Máquinas de lavar roupa GIRBAU	
<u>Operador</u> Limpeza do exterior da máquina – periódica Limpeza da junta da porta Limpeza dos filtros das electroválvulas Verificação do bloqueio da porta – diária Verificação da paragem de emergência - semanal	<u>Técnico de manutenção</u> Limpeza do doseador Limpeza da bomba de descarga Revisão geral – anual
2. Máquina de secar roupa GIRBAU	
<u>Operador</u> Limpeza do filtro – mensal Limpeza do exterior da máquina	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar correias, motor e sistema de aquecimento – semestral/anual
3. Máquinas de lavar roupa Miele Professional	
<u>Operador</u> Limpeza da máquina Limpeza da gaveta de detergentes – regular Limpeza do filtro de entrada de água – semestral	
4. Calandra de passar	
<u>Operador</u> Limpeza da máquina	<u>Técnico de manutenção</u> Não encontrados
5. Central frigorífica	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificações periódicas: Lubrificação e verificação do óleo Verificação de vibrações anormais Verificar válvulas, sensor de temperatura do gás de descarga, pressostato diferencial do óleo, pressostatos de alta e baixa pressão Verificar as conexões dos cabos elétricos e apertos adequados Carga de refrigerante, teste de estanquidade	
6. Compressor	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificação de vibrações anormais Verificar válvulas, temperatura, pressostato, rolamentos	
7. Frigoríficos combinados	
<u>Operador</u> Limpeza do exterior do frigorífico Limpeza do condensador – semestral	<u>Técnico de manutenção</u> Verificação das pressões de funcionamento e carga de gás – semestral Verificação do estado dos vedantes da porta – semestral
8. Bancas/arcas de refrigeração/congelação	
<u>Operador</u> Limpeza do exterior da banca/arca Limpeza do condensador e compressor	<u>Técnico de manutenção</u> Verificação das pressões de funcionamento e carga de gás – semestral Verificação do estado dos vedantes da porta – semestral

9. Termoacumuladores	
<u>Técnico de manutenção</u> Controlo dos ânodos Descalcificar e limpar o depósito – periódica Limpar os queimadores Limpar os injetores Controlar as chapas de vórtice	
10. Depósitos acumuladores	
<u>Técnico de manutenção</u> Testar a válvula de segurança – anual Inspeção visual ao estado da capa exterior – anual	
11. Máquina de lavar loiça túnel	
<u>Operador</u> Limpeza dos filtros	<u>Técnico de manutenção</u> Consultar referência [2]
12. Máquina de lavar loiça capota	
<u>Operador</u> Limpeza dos filtros	<u>Técnico de manutenção</u> Consultar referência [2]
13. Caldeiras ROCA G1000	
<u>Técnico de manutenção</u> Limpeza do corpo das caldeiras – anual Limpeza dos órgãos de ignição – trimestral Verificação do funcionamento dos órgãos de comando – trimestral Análise de combustão – semestral Verificar possíveis fugas e pressões de gás	
14. Caldeira ROCA G400	
<u>Técnico de manutenção</u> Limpeza do corpo da caldeira e queimador – anual Análise de combustão – semestral Verificar possíveis fugas e pressões de gás Limpar e verificar a conduta de evacuação de fumo	
15. Caldeira KALARD	
<u>Técnico de manutenção</u> Limpeza do corpo da caldeira e queimador – anual Análise de combustão – semestral Verificar possíveis fugas e pressões de gás	
16. Bombas de circulação WILO	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificar sistema de controlo de pressão constante – trimestral Verificar consumos em Amp. – trimestral Verificar funcionamento dos fluxostatos de água – trimestral Verificar pressões funcionamento nos manómetros – trimestral Verificar vibrações e ruídos anormais – trimestral Verificação e lubrificação de rolamentos e chumaceiras – semestral	

17. Bombas GRUNDFOS	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificação dos pressostatos – trimestral Verificação e lubrificação de rolamentos e chumaceiras – semestral Verificar vibrações e ruídos anormais – trimestral Verificar estanquicidade das ligações hidráulicas – trimestral Verificar o estado dos rolamentos – semestral	
18. Permutador de calor	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificar se existem incrustações nas placas	
19. Fogões (monolume e 4 lumes)	
<u>Operador</u> Limpeza geral Limpeza dos queimadores	<u>Técnico de Manutenção</u> Lubrificação e limpeza das torneiras
20. Fornos convetores de ar	
<u>Operador</u> Limpeza do forno	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar pressão e fugas gás, sistema de queima, filtro interior, termóstatos, motor de ventilação, borracha da porta - trimestral
21. Fornos convetores elétricos	
<u>Operador</u> Limpeza do forno	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar resistências, termóstato e borracha da porta – semestral Reaperto de bornes de instalação elétrica – semestral
22. Grelhadores a gás	
<u>Operador</u> Limpeza dos queimadores – diário	<u>Técnico de manutenção</u> Aperto dos bornes de ligação – trimestral
23. Fritadeiras elétricas	
<u>Operador</u> Verificar estado do óleo – diário	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar termóstatos e resistências – semestral
24. Fritadeiras basculantes	
<u>Operador</u> Limpeza da cuba – semestral	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar pressão de gás, fuga de gás, sistema de queima, torneiras de entrada de água e termóstatos – trimestral
25. Elementos self quente	
<u>Técnico de manutenção</u> Verificar resistência e termostato – semestral	
26. Elementos self refrigerado	
<u>Técnico de manutenção</u> Limpeza do Condensador – trimestral Verificação das pressões de funcionamento e carga de gás – semestral Verificação do estado dos vedantes das portas – semestral	

Lubrificação dos ventiladores – trimestral	
27. Descascadora de batatas	
<u>Operador</u> Limpeza do interior da máquina – diária	<u>Técnico de manutenção</u> Verificar abrasivos, borracha da porta correia e motor – semestral