

Manutenção e otimização de sistemas de energia hospitalar – Uma abordagem *Lean*

Relatório de Projeto para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica

Autor

Ricardo José Simões Pereira

Orientadores

Professor Doutor José Manuel Torres Farinha

Professor Doutor António Santos Simões

Coimbra, Janeiro de 2018

“O conhecimento faz de nós responsáveis.”

Che Guevara

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento do presente trabalho foi realizado com o apoio de diversas pessoas, a quem estou imensamente grato, e gostaria de expressar aqui o meu agradecimento:

- Em primeiro lugar aos meus pais, Pedro Pereira e Maria Anália Simões, sem o seu apoio seria impossível percorrer todo este caminho, incentivaram-me e disponibilizaram-se pra ajudar em tudo o que pudessem.
- Aos meus avós e tia-avó, em especial ao meu avô Armando Lopes que apesar de ter partido no início deste projeto, sempre mostrou orgulho no meu percurso académico e sempre me incentivou.
- À minha namorada, Rita Varela, que foi muito compreensiva, em especial pela falta de tempo disponível que este projeto representou, e deu-me muita força para continuar.
- Ao meu irmão, Rodrigo Pereira, que sempre me incentivou e me ajudou no que podia para facilitar a execução deste projeto.
- Ao Professor José Torres Farinha, que para além de um dos meus orientadores deste trabalho foi, sem dúvida, uma grande ajuda para a sua realização. Teve sempre uma palavra de incentivo e confiança, ajudando sempre em tudo e em qualquer situação.
- Ao Professor António Simões, também meu orientador, por toda a ajuda disponibilizada, pela sua prontidão para esclarecimentos, dúvidas ou qualquer outro problema.
- Ao Eng.º André Leão pela disponibilidade demonstrada desde que comecei a fazer parte da empresa, e pelo interesse e apoio relativamente a este projeto.
- À Ivone Leite, amiga e colega de trabalho que me incentivou para a realização do projeto e tornou o ambiente no trabalho mais descontraído e alegre.
- Ao Nuno Correia e a todos os colegas de trabalho da Idealmed que foram um grande apoio para a aprendizagem e adaptação aos métodos de trabalho utilizados no hospital.
- Ao Marco Tomé, um grande amigo que mostrou desde sempre interesse em ajudar, e que partilhou comigo por meio de longas conversas o seu conhecimento e o ser parecer relativamente a estes temas.
- Ao João e à Tânia, grandes amigos que me deram um grande incentivo para continuar, e para ter como referencia o João, que entregou o seu projeto à pouco tempo, e que apesar dos receios correu muito bem.
- Ao Edgar e à Débora, grandes amigos de há muitos anos e que apesar de não serem próximos ao meu percurso académico, sempre deram apoio e palavras de incentivo.
- Ao Raimundo, Daniel e Miguel, grandes amigos e companheiros de curso que, apesar de trilhos diferentes, estão sempre presentes.
- Por fim, à Idealmed, empresa que me acolheu, me ensinou e ajudou a adquirir inúmeros conhecimentos e me facilitou na realização deste trabalho.

A todos o meu muito obrigado, pelo contributo e pelo apoio que me deram.

RESUMO

O presente projeto refere-se à implementação de uma abordagem Lean, em equipamentos gerais da Unidade Hospitalar de Coimbra Idealmed, visando o seu funcionamento e manutenção, passando pela implementação de um sistema informático de gestão de manutenção, uma vez que com ele são cumpridos vários requisitos impostos pela Norma 9001, a qual esta em processo de implementação na unidade, e é uma ferramenta que permite varias melhorias no setor de manutenção.

Numa primeira fase são identificados os equipamentos considerados mais relevantes para proceder à otimização do seu funcionamento, tais como: Caldeiras; Painéis solares; UTA; e Chillers.

Na outra fase do projeto procede-se à implementação de um software de gestão de manutenção. Neste processo tornou-se imperioso fazer a caracterização de todos os ativos físicos da Idealmed, designadamente os seus dados gerais, técnicos, económicos, fotografias, código de barras identificativo da unidade hospitalar, localização geográfica, e fornecedor de manutenção, entre outros dados importantes do ponto de vista da manutenção. Impôs-se ainda criar planos de manutenção dos equipamentos, incluindo os procedimentos e periodicidades específicos de cada equipamento, bem como a criação de uma base de dados com o histórico das intervenções já realizadas, de modo a que aquele software seja uma ferramenta efetiva de apoio ao diagnóstico de futuras avarias, bem como, recorrendo ao histórico de ordens de trabalho, o registo mais completo possível das intervenções realizadas.

Palavras-Chave: Manutenção Lean; Otimização; Planeamento

ABSTRACT

The present project refers to the implementation of a Lean approach, in general equipment of the Hospital Unit of Coimbra Idealmed, aiming its operation and maintenance, passing through the implementation of a computer system of maintenance management, since with it are fulfilled several requirements imposed by Standard 9001, which is in the process of implementation in the unit, and is a tool that allows several improvements in the maintenance sector.

In a first phase are identified the equipment considered most relevant to optimize its operation, such as: Boilers; Solar panels; UTA; and Chillers.

In the other phase of the project, a maintenance management software is implemented. In this process it has become imperative to characterize all of Idealmed's physical assets, including its general, technical, economic, photographic data, bar code identifying the hospital unit, geographic location and maintenance supplier, among other important data maintenance point of view. It was also necessary to create maintenance plans for the equipment, including the specific procedures and periodicities of each equipment, as well as the creation of a database with the history of the interventions already carried out, so that such software is an effective support tool to the diagnosis of future malfunctions, as well as, using the history of work orders, the most complete record possible of the interventions performed.

Keywords: Lean Maintenance; Optimization; Planning

ÍNDICE GERAL

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
ÍNDICE GERAL	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABELAS	ix
SIMBOLOGIA	xi
ABREVIATURAS	xiii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 UHC Idealmed	2
1.2 Estrutura da monografia	3
2 ESTADO DE ARTE	5
2.1 Conceito Lean	5
2.2 Manutenção	7
2.3 Norma ISO 9001	11
2.4 CMMS	14
IBM Maximo	14
Primavera	18
SAP	21
ManWinWin	24
SMIT	26
3 EQUIPAMENTOS GERAIS	29
3.1 Equipamentos do sistema de água quente	29
Otimização do funcionamento das caldeiras	29
3.2 Unidades de Tratamento de Ar (UTA)	39
3.3 Chiller	40
3.4 Geradores	42
4 IMPLEMENTAÇÃO DO CMMS	43
4.1 Levantamento de todos os equipamentos	43
4.2 Criação os planos de manutenção	47
Planos de manutenção de referência	47
Exemplos de Planos	48
4.3 Carregamento do histórico	55
4.4 Contratos de manutenção	55
4.5 Ordens de trabalho	58
4.6 Indicadores de manutenção	58
5 CONCLUSÕES	61
6 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	63
BIBLIOGRAFIA	65
ANEXOS	67
1 Localização geográfica	67
2 Lista de filtros para UTA	71
3 Características técnicas do queimador das caldeiras	73

4 Planos de manutenção.....	74
Plano de manutenção dos depósitos AQS.....	74
Plano de manutenção das bombas circuladoras.....	75
Plano de manutenção dos Ventiladores.....	76
Plano de manutenção do Ar Condicionado.....	78
5 Equipamentos de suporte de energia elétrica.....	80
Plano de manutenção dos Transformadores.....	80
Plano de manutenção das UPS.....	81
Plano de manutenção dos Quadros Elétricos.....	83
6 Equipamentos de esterilização.....	84
Plano de manutenção dos Autoclaves.....	86
Plano de manutenção das Máquinas de lavar.....	87
7 Folhas de intervenções.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Classificação da manutenção.	7
Figura 2 - Interface do software Maximo.	14
Figura 3 - Interface do software Primavera.	18
Figura 4 - Interface do software SAP R/3.	21
Figura 5 - Interface do software ManWinWin.	24
Figura 6 - Interface do software SMIT (Versão web).	26
Figura 7 - Esquema do sistema de água quente no programa dosapac.	30
Figura 8 - Caldeira Baxiroca CPA 800.	30
Figura 9 - Deposito AQS.	31
Figura 10 - Esquema de transferência de calor num tubo com isolamento.	33
Figura 11 - Bomba circuladora do circuito de painéis solares.	34
Figura 12 - Consumo de gás e temperaturas médias.	35
Figura 13 - Programação de horários da caldeira 2 no software dosapac (gestão de edifícios).	36
Figura 14 - Comparação do consumo de gás das caldeiras com estimativas de anos anteriores.	38
Figura 15 - Filtros de bolsas.	39
Figura 16 - UTA do bloco operatório 1.	39
Figura 17 - Horário de funcionamento das UTA´s do auditório e do bloco 1 no programa dosapac.	40
Figura 18 - Chiller 1.	41
Figura 19 - Gerador.	42
Figura 20 - Exemplo da página de Objetos de Manutenção.	43
Figura 21 - Código de barras Idealmed.	44
Figura 22 - Esquemas dos planos de referência.	47
Figura 23 - Painéis solares.	50
Figura 24 - Módulo de contatos de manutenção do SMIT.	56
Figura 25 - Disposição dos custos de manutenção no contrato com a Piclima.	57
Figura 26 - Atuador de válvulas (Catálogo Schneider Electric).	74
Figura 27 - Depósito AQS.	74
Figura 28 - Bomba circuladora.	75
Figura 29 - Ventilador de extração.	76
Figura 30 - Ventilador de estacionamento.	77
Figura 31 - Transformador.	80
Figura 32 - Gerador geral.	81
Figura 33 - Quadro elétrico.	83
Figura 34 - Máquinas de lavar.	84
Figura 35 - Autoclave N°1 (esquerda) e autoclave N°2 (direita).	85
Figura 36 - JANUS - Gráfico de consumo geral de AVAC.	85

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Mapa de horários de funcionamento das caldeiras	37
--	----

SIMBOLOGIA

Q_{cond} - Quantidade de calor transmitido por condução

KT - Condutibilidade térmica do material

A - Área de superfície de transferência de calor

L - Maior distância ou comprimento

TS - Temperatura de superfície

R_{parede} - Resistência térmica da parede

T_{∞} - Temperatura do meio ambiente

R - Raio do tubo

ABREVIATURAS

AQS - Água Quente Sanitária

AC - Ar Condicionado

CMMS - Computerized Maintenance Management System

UHC - Unidade Hospitalar de Coimbra

MTBF - Mean time between failues

MTTR - Mean Time to Repair

SMIT - Sistema Modular Integrado de Terologia

ISO - International Organization for Standardization

OT - Ordem de Trabalho

UTA - Unidade de Tratamento de Ar

MBO - Management Buyout

KPI - Key Performance Indicators

IBM - International Business Machines

CAFM - Computer Aided Facility Management

CIS - Sistema de Informação ao Cliente

CAD - Computer-Aided Design

PME - Pequena ou Média Empresa

SAP - System, Applications and Products

NIF - Número de Identificação Fiscal

RFID - Radio-Frequency IDentification

1 INTRODUÇÃO

O presente projeto consiste na elaboração de uma abordagem à melhoria dos processos de manutenção de ativos hospitalares. Esta abordagem, baseada numa metodologia Lean, tem como alvo os equipamentos gerais.

O caso de estudo centra-se na Unidade Hospitalar de Coimbra – Idealmed.

Os equipamentos alvo são designados por Equipamentos Gerais, transversais aos cuidados de saúde prestados, representando um peso muito significativo na manutenção. Deste grupo fazem parte as caldeiras, os painéis solares, os depósitos de AQS (Água Quente Sanitária), as bombas circuladoras de água, as UTA (Unidade de Tratamento de Ar), os chillers, os ventiladores, as unidades de AC (Ar Condicionado), os transformadores elétricos, e os quadros elétricos, entre outros.

A melhoria levada a efeito no departamento de manutenção passa pela implementação de um CMMS (Computerized Maintenance Management System), ou seja uma ferramenta informática com capacidade para prever, apoiar e registar todas as intervenções de manutenção que possam ocorrer em qualquer ativo físico.

Esta ferramenta, com grande potencialidade, está a ser implementada pelas vantagens que pode trazer relativamente a quase todos os assuntos referentes à manutenção, mas também porque acaba por satisfazer alguns dos requisitos impostos pela norma ISO (International Organization for Standardization) 9001. A unidade hospitalar procura, neste momento, implementar esta norma nas suas instalações, a fim de otimizar processos e de melhorar a organização e registos sobre as mais diversas áreas.

A primeira fase deste projeto passa por proceder à recolha de dados, tais como fotografias e informações da chapa sinalética, de todos os equipamentos que possam ser alvo de planos de manutenção e, ao mesmo tempo, inserir um código de barras que serve para os rastrear no software de manutenção.

Contudo, a implementação não passa só pela catalogação de todos os equipamentos; existem mais algumas fases importantes, como a criação de planos de manutenção, do histórico, da base de dados com todas as anomalias ocorridas, bem como da solução que foi encontrada para a sua resolução.

Posteriormente este relatório descreve todo o processo de implementação de um CMMS, as ações realizadas, as considerações, a informação colocada no programa e quais as suas potencialidades para uma unidade hospitalar ou para qualquer organização que disponha de uma vasta lista de equipamentos que carecem de manutenção.

1.1 UHC Idealmed

A UHC (Unidade Hospitalar de Coimbra) Idealmed – Coimbra foi inaugurada em 16 de Maio de 2012, encontrando-se localizada na Praceta Prof. Robalo Cordeiro, Circular Externa de Coimbra, 3020-479 Coimbra. Esta unidade é considerada, atualmente, a maior unidade privada da região centro, caracterizada pela elevada variedade das suas especialidades. Possui cerca de 43 valências clínicas, das quais se destaca a área da oftalmologia, uma vez que associado ao facto de possuir profissionais com uma vasta experiência foi realizado um grande investimento em tecnologia de ponta.

O seu edifício emblemático tem capacidade para 52 camas de internamento que se encontra dividido por três dos seus cinco pisos. Possui cinco salas operatórias, 124 gabinetes médicos e 26 salas de espera. O seu funcionamento é apoiado por um elevado número de equipamentos, que podem ser classificados como equipamentos médicos e equipamentos gerais, sendo estes últimos alvos de estudo do presente projeto.

A UHC Idealmed, conjuntamente com mais quatro clinicas, situadas em Coimbra, Cantanhede, Figueira da Foz e Pombal, fazem parte do grupo de saúde Idealmed que, por sua vez, integram o grupo empresarial Idealtower. Esta entidade empresarial é presidida por Carlos Dias, um empresário português de sucesso, que emigrou para França aos 17 anos, onde começou por trabalhar na área da restauração, tendo sido detentor de vários restaurantes de luxo. Posteriormente veio a criar a unidade Roger Dubuis, uma marca de relógios Suíça de elevado prestígio.

Mais tarde, e depois de vender a marca Roger Dubuis, investiu em Portugal, tendo fundado a empresa Idealtower, que se divide em três áreas bastante distintas: produção de bebidas alcoólicas, através da empresa Idealdrinks; desenvolvimento tecnológico, através da empresa Idealglobaltek; e saúde, através da Idealmed.

Recentemente, a gestão operacional da Idealmed passou para o Conselho de Administração pela implementação de um MBO (Management Buyout – processo em que os quadros compram o capital da empresa e assumem a sua gestão), o qual teve suporte de uma sociedade de capital de risco. Contudo, os ativos não operacionais, nomeadamente imóveis, mantêm-se na posse do Grupo Idealtower, do empresário Carlos Dias.

1.2 Estrutura da monografia

A presente monografia encontra-se estruturada da seguinte forma:

- O Capítulo 2 descreve o estado da arte referente ao tema em apreço;
- O Capítulo 3 consiste numa breve descrição de alguns dos equipamentos não-médico de maior importância, e numa descrição de ações de otimização de funcionamento e de manutenção desses mesmos equipamentos;
- O Capítulo 4 refere-se à implementação de um sistema de gestão de manutenção, todos os métodos e ações realizadas, desde a caracterização dos ativos ao histórico de intervenções, para que a implementação seja bem-sucedida.

2 ESTADO DE ARTE

2.1 Conceito Lean

O “Lean” é uma filosofia de gestão que procura atingir a melhor sequência de ações que criam valor e realizá-las com maior eficácia, de forma a reduzir os recursos despendidos em ineficiências. Em suma, o pensamento Lean é o desenvolvimento de métodos de forma a fazer mais, com menos.

Teve início nos Estados Unidos da América, na década de 1920 numa grande empresa de produção automóvel, a Ford.

Após a segunda grande guerra mundial, o dono da Toyota enviou o seu filho, Eiji Toyoda, para os Estados Unidos da América em busca de conhecimento na área automóvel, numa tentativa de tornar mais competitivo o seu produto. De volta ao Japão, Toyoda introduziu e aperfeiçoou continuamente um sistema de fabricação que tinha por objetivo reduzir ou eliminar tarefas que não acrescentavam qualquer valor ao produto, com o objetivo de reduzir o valor final do automóvel.

Mais tarde, e de acordo Moreira, S. P. (2011), Taiichi Ohno, executivo da Toyota, identificou sete tipos de desperdício:

1) Desperdício por Excesso de Produção

A produção antecipada gera problemas e restrições do processo produtivo - grandes distâncias a percorrer com o material, falta de coordenação entre postos de trabalho e a produção de elevado stock, o Lean incute a produção apenas do que é necessário.

2) Desperdício de Espera

O Lean procura coordenar a utilização de equipamentos de forma a evitar picos de utilização de equipamentos, que podem levar a tempos de não produção por parte dos colaboradores, ou à aquisição de equipamentos desnecessários.

3) Desperdício de Transporte e Movimentações

O transporte de materiais e a movimentação de pessoas são atividades que não acrescentam valor ao produto final, o Lean procura reduzir ou até eliminar estas atividade passando pela redução dos stocks e pela criação de um espaço físico que minimize as distâncias a serem percorridas, tanto por pessoas como por materiais.

4) Desperdício do Próprio Processo

Desperdício inerente a um processo não-otimizado que é representado por etapas ou funções no processo que não acrescentam valor ao produto. No sistema Lean procura-se analisar quaisquer atividades que apresentem esta característica e eliminá-las ou melhorá-las de forma a minimizar o desperdício que elas representam.

5) Desperdício de Trabalho Desnecessário

O sistema de Lean procura a melhor sequência de movimentos através do estudo de métodos e tempos de trabalho procurando soluções simples e de baixo custo.

6) Desperdício de Produtos Defeituosos

Produtos defeituosos implicam desperdício, o que representa diretamente um custo para o produto final. O sistema Lean procura reduzir continuamente a possibilidade do desenvolvimento de defeitos, passando pela otimização dos processos.

7) Desperdícios de Stocks

Associado a um elevado Stock está sempre um elevado desperdício, tanto pelas condições a que pode estar sujeito o produto, como pelo tempo despendido no transporte e a possível necessidade de criar instalações para o armazenamento.

Um dos pontos mais importantes da filosofia Lean é a identificação de pontos de desperdício, pois só a partir desta análise é que podem ser criadas metodologias direcionadas para as falhas identificadas.

Em 1996 surge, pela primeira vez, a designação “Lean thinking” num livro denominado de “The machine that changed the world” de James Womack, que foi desenvolvido após James Womack e Daniel Jones terem passado a década de 1980 no Japão a estudar os métodos de trabalho e de gestão.

Desde o aparecimento do conceito, até à atualidade, tem-se registado um aumento bastante significativo de empresas a adotarem o “Pensamento Lean”; inicialmente era apenas adotado por empresas de produção; hoje em dia está presente em novas áreas, como serviços, comércio e sector público.

2.2 Manutenção

Em termos gerais, manutenção é um conjunto de ações que tem como objetivo manter o funcionamento de um ativo para que o mesmo possa realizar a função requerida.

Entre estas ações de manutenção podem ser incluídas não só as técnicas, mas também ações administrativas e de gestão.

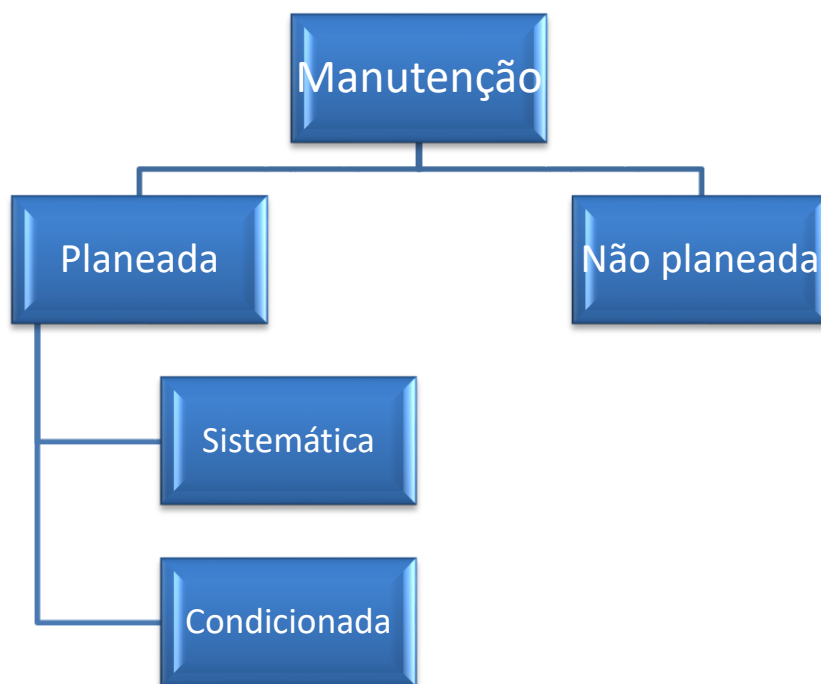


Figura 1 - Classificação da manutenção.

Conforme se verifica na figura 1, e de acordo com Farinha, J. M. (2011), a manutenção divide-se em dois grandes grupos, a planeada e a não-planeada.

Manutenção Planeada

Manutenção realizada com uma periodicidade definida de acordo com a necessidade de manutenção do equipamento.

Manutenção Sistemática

Manutenção realizada com uma determinada periodicidade, temporal ou de outra unidade que defina a utilização do equipamento.

Manutenção Condicionada

Este tipo de manutenção para que possa ser implementada necessita de uma maior capacidade de diagnóstico de possíveis falhas. Ela é realizada com base nas condições reais de funcionamento das máquinas e em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação.

Assim, atua-se com base na modificação de parâmetro de condição ou desempenho do equipamento.

A manutenção condicionada pode ser comparada a uma inspeção sistemática para o acompanhamento das condições dos equipamentos.

Os objetivos da manutenção condicionada são:

- Determinar a necessidade de intervenção num certo equipamento;
- Eliminar intervenções desnecessárias;
- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos;
- Impedir o aumento dos danos;
- Aumentar o grau de confiança no desempenho de um equipamento;
- Determinar previamente as paragens para manutenção.

Geralmente, adotam-se vários métodos de investigação da condição dos equipamentos, entre os quais se destacam:

- Análise de vibrações

Todas as máquinas em funcionamento produzem vibrações, que variam com o aumento do desgaste ou com defeitos de componentes do equipamento.

O princípio de análise das vibrações baseia-se na ideia de que as estruturas das máquinas alteradas pelos esforços dinâmicos (ação de forças) dão sinais vibratórios, cuja frequência é igual à frequência dos agentes excitadores.

Por meio da medição e análise das vibrações de um equipamento em serviço normal de produção deteta-se, antecipadamente, a presença de falhas, como rolamentos deteriorados, eixos deformados, lubrificação deficiente, problemas hidráulicos, entre outras, que devem ser corrigidas.

Existem vários modelos de analisadores de vibrações, os portáteis, que podem ser transportados de um lado para outro, e os que são instalados definitivamente nas máquinas para que executem uma monitoração constante.

- **Análise dos óleos**

Tem como objetivo economizar lubrificantes e encontrar defeitos.

É por meio das análises que o departamento de manutenção pode determinar o momento adequado para a sua troca ou renovação, tanto em componentes mecânicos como hidráulicos.

A economia é obtida com a análise do grau de degradação dos óleos que permite a otimização dos intervalos das trocas, e permite também identificar os primeiros sintomas de desgaste de um componente.

A análise dos óleos é feita por meio de técnicas laboratoriais que envolvem reagentes e instrumentos, como viscosímetros, centrifugadoras, microscópios, etc.

As principais propriedades em uma análise são o índice de viscosidade, índice de acidez, índice de alcalinidade, ponto de inflamação e ponto de solidificação. Em termos de contaminação dos óleos, interessa saber quanto existem resíduos de carbono, partículas metálicas ou água.

- **Análise do estado das superfícies**

Ao analisar as superfícies das peças, sujeitas aos desgastes provocados pelo atrito, pode-se controlar o grau de deterioração.

- **Análise estrutural**

É por meio da análise estrutural que se deteta, por exemplo, a existência de fissuras, ou bolhas nas peças dos equipamentos.

Em uniões soldadas, a análise estrutural é de extrema importância e são levadas a cabo com técnicas, como a ultrassonografia, a radiografia, a gamagrafia e a ecografia.

A periodicidade é determinada de acordo com os seguintes fatores: número de máquinas a serem controladas, número de pontos de medição estabelecidos, duração da utilização da instalação, caráter estratégico das máquinas instaladas e meios materiais colocados à disposição para a execução dos serviços.

Manutenção Não-Planeada

Manutenção realizada após a ocorrência de avaria, tendo como objetivo repor o bom funcionamento do equipamento. Não existindo uma política preventiva numa dada organização leva a que exista uma maior ocorrência de intervenções corretivas, que representam um maior custo direto, em peças de substituição e um maior custo indireto relacionado com a indisponibilidade do ativo.

2.3 Norma ISO 9001

A unidade hospital Idealmed está, presentemente, a passar por um processo de implementação do modelo de gestão da qualidade baseado na norma ISO 9001.

A International Organization for Standardization (ISO) é uma organização não-governamental, fundada em 1947, em Genebra, que está presente em 189 países. Tem como objetivo a promoção e normatização de produtos e serviços, para que a qualidade dos mesmos seja permanentemente melhorada.

A norma ISO 9001, juntamente com a norma ISO 9002, a ISO 9003 e a ISO 9004 fazem parte do conjunto de normas designado por ISO 9000. Têm como objetivo melhorar a gestão e pode ser implementada por qualquer organização, independentemente da sua área de atividade:

- ISO 9000
 - Fornece a base para a seleção, uso e aplicação das normas da mesma série. Esclarece algumas diferenças e relações sobre o conceito de qualidade.
- ISO 9001
 - Refere-se aos requisitos e à garantia de qualidade em processos de desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica. É a norma ISO mais conhecida da série das 9000, e também a mais abrangente.
- ISO 9002
 - Corresponde às normas para a garantia da qualidade nos processos de produção, instalação e assistência técnica.
- ISO 9003
 - Dita os requisitos para a garantia da qualidade, na monitorização, inspeção, revisão e ensaio geral. É a norma mais simples da série.
- ISO 9004
 - Norma do tipo Guia. Fornece um rumo à empresa para a implementação do sistema de qualidade levando em consideração dos diversos fatores que afetam a realidade da empresa: técnico, económico, administrativo e humano.

Através da norma ISO 9001, uma empresa aplica nos seus processos padrões que aumentam a eficácia e a eficiência, tornando o seu produto mais atrativo ao consumidor.

Esta ferramenta estratégica é usada na maioria dos países do mundo, mais de um milhão de empresas têm essa norma implementada e muitas aguardam a certificação.

Através desta norma, a organização melhora a prestação de serviço ao cliente e, além disso, também mede o nível de satisfação dos clientes, o que torna possível criar um ciclo de melhoria contínua.

Para obter a certificação pela ISO 9001, a organização deve cumprir certos requisitos:

- Identificar os processos necessários para o sistema de gestão da qualidade e para a sua aplicação em toda a organização;
- Determinar a sequência de interações destes processos;
- Determinar critérios e métodos para assegurar que, tanto a operação como o controlo destes processos são eficazes;
- Assegurar a disponibilidade de recursos e de informação necessários para suportar a operação e monitorização destes processos;
- Monitorizar, medir e analisar estes processos;
- Implementar ações necessárias para atingir os resultados planeados e a melhoria contínua destes processos.

Esta norma debruça-se sobre as mais variadas áreas do hospital, mas, neste projeto, apenas é referida a área da manutenção de equipamentos não-médicos, que é complementada com um trabalho realizado por uma aluna, Ivone Leite do ISEC do mestrado de Engenharia Biomédica, que teve como alvo os equipamentos médicos da mesma unidade hospitalar.

Para que o 3º, 4º e 5º requisito, da norma anteriormente mencionada, se verifiquem, é necessário implementar um CMMS (Computerized Maintenance Management System). Esta ferramenta torna possível contabilizar os recursos despendidos na manutenção e arquivar todas as intervenções, e em que equipamentos, possibilitando fazer alterações e concluir se houve um ganho ou não.

Segundo Eichberger (2016), um sistema de gestão de manutenção informático permite que os hospitais, para além da certificação, possam:

- Maximizar a viabilidade dos seus ativos e adquirir novos apenas se necessário;
- Retirar equipamentos que já não se encontram em serviço;
- Reduzir roubos, contabilizando todos os ativos;
- Eliminar contratos com fornecedores de serviços para ativos que já não se encontram em serviço;
- Retirar ou atualizar equipamentos que já não cumpram os padrões atuais de serviço.

2.4 CMMS

Tomé (2015) apresenta uma síntese parcial do software de manutenção existente no mercado, tal com o Maximo, o Primavera, o SAP R/3, o ManWinWin (Tomé, 2015), ao qual se acrescenta o SMIT.

IBM Maximo

Desenvolvido pela IBM (International Business Machines) é o software de manutenção com maior implantação e, segundo a Gartner – Empresa de consultadoria (2003), é líder de mercado. É um *software* integrado e modular; porém, é pouco especializado.

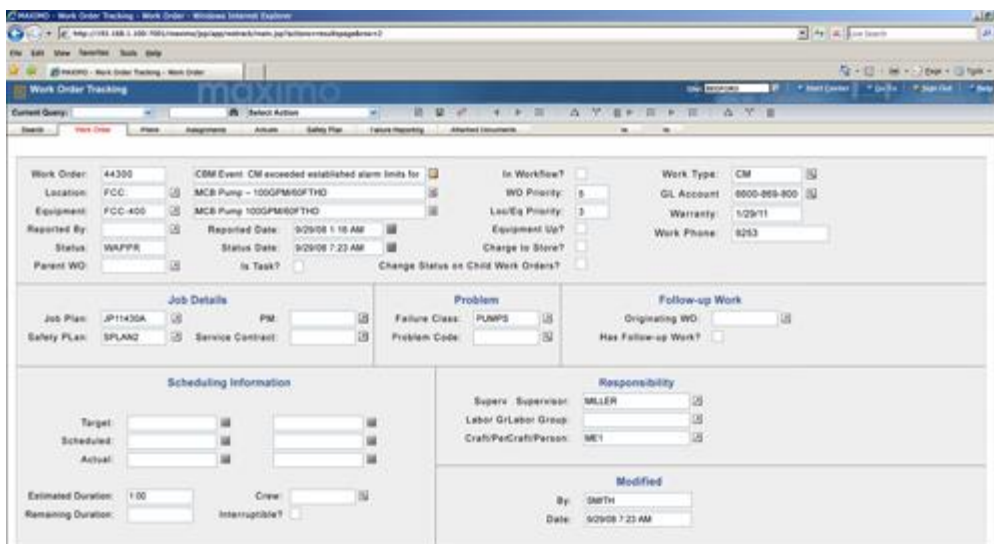


Figura 2 - Interface do software Maximo.

É composto pelos seguintes módulos:

- Módulo de gestão de trabalho

Desempenha a função de gestão de atividades de manutenção planeada e não planeada, permite pedidos e geração de ordens de trabalho, realiza relatórios finais, cria planos de trabalho envolvendo uma “Check list” e possibilita a visualização do calendário de manutenção preventiva.

- Módulo de gestão de inventário

Permite consultar informação detalhada sobre peças, materiais, itens de serviço ou ferramentas, registar todos os movimentos dos materiais, permitindo, em tempo real, obter informação atualizada, fazer auditorias, gerir os stocks e elaborar relatórios que possam ajudar a agilizar o processo de aquisição de peças-de-reserva.

- Módulo de gestão de recursos

Permite facilitar a aquisição de equipamentos e peças-de-reserva e realizar a listagem de fornecedores para cada equipamento / peça-de-reserva com os respetivos preços. Permite ainda realizar ordens de compra.

- Módulo de gestão de ativos

Permite adicionar dados dos ativos e da sua localização ao longo do ciclo de vida desse ativo, bem como fazer códigos de falhas, fazendo a sua listagem para melhor diagnóstico futuro, o que permite diminuir o tempo para a deteção de falhas futuras.

- Módulo de gestão de contratos

Permite a gestão de contratos, a gestão de garantias, realizar contratos de compra direta, leasing ou aluguer e controlo da taxa de trabalho direto ou subcontratado.

- Módulo de gestão de serviços

Permite que os técnicos possam fazer pedidos de manutenção, bem como acompanhar e preencher as OT em aberto.

Este programa ainda permite retirar indicadores (KPI – Key Performance Indicators) de todos estes módulos, para que possam ser usados em tomadas de decisão por parte da administração.

O máximo conta ainda com a possibilidade de serem adicionadas várias expansões:

- *IBM Maximo Change Manager*

Permite fazer a gestão de recursos de administração política, gestão e planeamento de processo para ajudar a aumentar a velocidade, eficiência e consistência de mudanças, enquanto ajuda a minimizar o risco do negócio

- *IBM Maximo Mobile*

Permite ligar remotamente aos dados e aumentar, com isso, a produtividade, precisão e qualidade em qualquer local ou ambiente. Os trabalhadores exteriores podem ainda completar o seu trabalho mais rapidamente, eliminar atividades não-produtivas e reduzir a burocracia e entrada de dados.

- *IBM Maximo Asset Navigator*

Oferece acesso instantâneo a peças detalhadas e ilustrações de equipamentos, diagramas, desenhos e documentação relacionados.

- *IBM Maximo Adapter for Microsoft Project*

Permite conectividade bidirecional entre Maximo Asset Management e o Microsoft Project para fornecer acesso completo para trabalho e dados de recursos do Maximo Asset Management para quem usa o Microsoft Project para programação e planeamento. Permite ainda ver, planear e otimizar o trabalho e os recursos da base de dados do Maximo Asset Management; juntamente com os horários do Microsoft Project permite-lhe gerir projetos complexos em toda a empresa. O adaptador atualiza automaticamente o trabalho, recursos e horários no Maximo Asset Management.

- *IBM Maximo Calibration*

Permite gerir eficazmente a calibração dos instrumentos de medição.

- *IBM Maximo Asset Configuration Manager*

Esta solução avançada é para gestão de ativos complexos em ambientes altamente regulados, como as indústrias de aviação, defesa, nuclear e ferroviários.

- *IBM Maximo Enterprise Adapters*

Permite integrar o Maximo Asset Management com Oracle, SAP e todos os seus sistemas corporativos, tais como Computer Aided Facility Management (CAFM), Sistema de Informação ao Cliente (CIS), Computer-Aided Design (CAD) e portais da Web. Faz a troca de dados em tempo real entre sistemas.

- *IBM Maximo e-commerce Adapter*

Permite navegar em vários catálogos de fornecedores, fazer pedidos em vários mercados ou diretamente aos fornecedores, obter informações sobre o produto em tempo real, a sua disponibilidade e preços.

- *IBM Maximo Online Commerce System*

Permite colaborar com fornecedores, parceiros e outros mercados eletrónicos. Permite também fazer pesquisa de catálogo em tempo real; faz atualizações eletrónicas com fornecedores; agiliza e otimiza o processo de aquisição de peças e de serviços.

Primavera

Desenvolvido pela empresa Primavera Business Software Solutions, S.A. é definido como um CMMS.

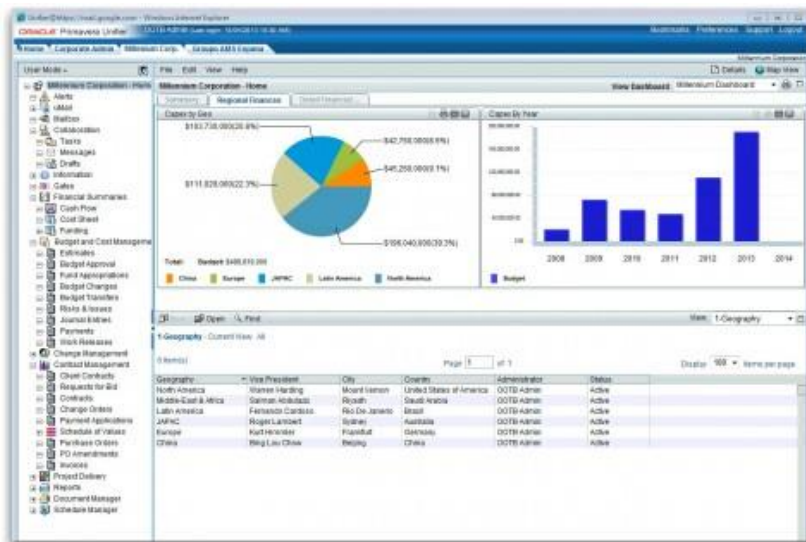


Figura 3 - Interface do software Primavera.

Recebeu o prêmio PME (Pequena ou Média Empresa) Inovação atribuído, em 2006, pela COTEC, Associação Empresarial para a Inovação.

É um software integrado e modular, composto pelos seguintes módulos:

- Módulo de Objetos de Manutenção

Permite estruturar a informação que servirá de suporte ao planeamento das intervenções preventivas dos equipamentos.

Cada equipamento pode ser codificado de acordo com a sua função ou localização geográfica. A cada localização ou entidade podem estar associadas unidades de medida como contadores e parâmetros que servem de suporte para a calendarização.

- Módulo de Materiais

Torna possível fazer o inventário das peças-de-reserva, consumíveis e ferramentas, fazer requisições de materiais ao armazém diretamente na OT (Ordem de Trabalho), e ainda armazenar e consultar informação dos fornecedores, como preços e características dos materiais.

- Módulo de Meios

Gestão do pessoal, quer interno, quer externo, fazendo um controlo e registo contabilizando o tempo despendido em cada OT por cada técnico, para que possível prever futuramente o custo com o pessoal.

É possível calcular a quantidade de mão-de-obra disponível para cada intervenção, calendarizar as intervenções, calcular as despesas associadas a cada intervenção e consultar a disponibilidade de fornecedores em termos de mão-de-obra e material.

- Módulo de Organização

Define a ordem e prioridade das ações a efetuar, sejam elas intervenções corretivas ou preventivas.

Ainda é possível realizar o registo e conseqüente tratamento estatístico das avarias e ocorrências.

- Módulo de Gestão

Planeia todo o tipo de inspeções, rotinas de lubrificação e planos de calibração para cada um dos equipamentos individualmente.

Permite um acompanhamento constante do estado de cada intervenção (OT).

A informação relativa a cada processo é apresentada graficamente de forma intuitiva, permitindo ao gestor perceber facilmente o estado de cada ação.

Permite ainda contabilizar os trabalhos a faturar, referentes a serviços efetuados nas obras definidas, disponibilizando diferentes mapas operacionais de contabilização dos custos com as intervenções.

- Módulo de Histórico de Avarias

É possível consultar os dados relevantes inerentes às obras fechadas ou em curso.

Permite gerar relatórios com exportação direta para Excel e Word.

Faz uma interpretação dos dados do histórico segundo uma perspetiva financeira, administrativa ou técnica, permitindo a visualização das intervenções realizadas sobre equipamentos, quer por localização, quer por referência de código, e o cálculo dos custos da manutenção para o período pretendido.

- Módulo Helpdesk

Através de uma ligação à Internet torna possível que, em qualquer lugar seja possível inserir pedidos de intervenção, acompanhar e gerir o estado dos pedidos efetuados, efetuar requisições, realizar pedidos de compra ou de codificação de materiais e consultar informação relacionada com o processo de manutenção.

SAP

Desenvolvido pela SAP AG (empresa fundada em 1972) é um *software* integrado e modular, porém não especializado; é muito pobre em relação a interligações com outras plataformas e permite funcionar em múltiplos idiomas e moedas.

A primeira versão do SAP R/3 foi lançada em Portugal em 1992.

A sua arquitetura é constituída por três níveis:

- 1) Base de Dados;
- 2) Aplicação;
- 3) Apresentação.

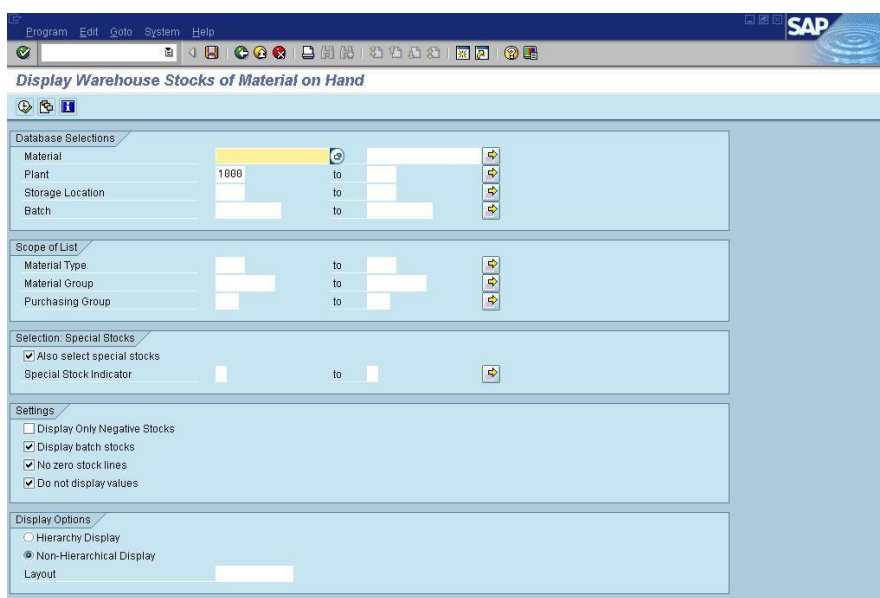


Figura 4 - Interface do software SAP R/3.

Este programa é composto pelos seguintes módulos:

- Módulo de Contabilidade Financeira

Armazena todos os dados de uma empresa relevantes para a contabilidade; fornece documentação e informação.

Também permite fazer a gestão da contabilidade geral de contas a pagar ou a cobrar, tesouraria e consolidações.

- Módulo de Controlo

Serve para o planeamento e controlo de custos dos processos internos da empresa, como a contabilidade e gestão de custos, a contabilidade de projetos e o cálculo de resultados.

- Módulo de Gestão de Ativos

Faz a gestão técnica de todo o património da empresa (Manutenção Preventiva e Corretiva), o controlo de investimentos e a contabilidade de amortizações.

- Módulo de Gestão de Projetos

Gere os projetos da empresa, faz a gestão de recursos e o controlo de qualidade.

- Módulo de Fluxo de Trabalho

Ferramenta de suporte a todos os módulos.

Automatiza o processo empresarial com base em procedimentos e regras pré-definidas.

- Módulo de Soluções Industriais

Este módulo complementar, por apresentar soluções setoriais com funcionalidades específicas para cada setor, é específico para indústrias da área do petróleo e gás, farmacêutica, etc.

- Módulo de Recursos Humanos

É um sistema de informação para processamento de vencimentos, processos de despesas de viagens e deslocações, recrutamento, e serve de ferramentas de análise para chefias.

- Módulo de Manutenção

Este módulo é uma das ferramentas fundamentais para a manutenção preventiva dos ativos; cria uma planificação da manutenção através de gráficos de Gantt.

- Módulo de Gestão da Qualidade

Este módulo permite fazer inspeções de qualidade nas compras, vendas e fabricação e planificação da qualidade e de certificações.

- Módulo de Planeamento da Produção

Este módulo permite fazer listas de materiais, contabilizar horas de produção, planificar vendas e expedições e calcular custos de produção.

- Módulo de Gestão de Materiais

Este módulo permite fazer gestão de stocks e de serviços, controlo de faturas, avaliação de fornecedores e parametrização.

- Módulo de Vendas e Distribuição

Este módulo permite fazer gestão de marketing, compras, faturas e dispõe de informação de vendas.

ManWinWin

Desenvolvido pela Navaltik Management, Lda., é um CMMS.

Apresenta um motor de pesquisa robusto e eficaz, de modo a facilitar a pesquisa de informação; tem a possibilidade de correr em diferentes idiomas sem sair da aplicação e de imprimir e exportar todo o tipo de informação.

Oferece segurança na utilização do *software* por cada utilizador e permite uma parametrização inteligente e flexível de acordo com as necessidades de cada organização.

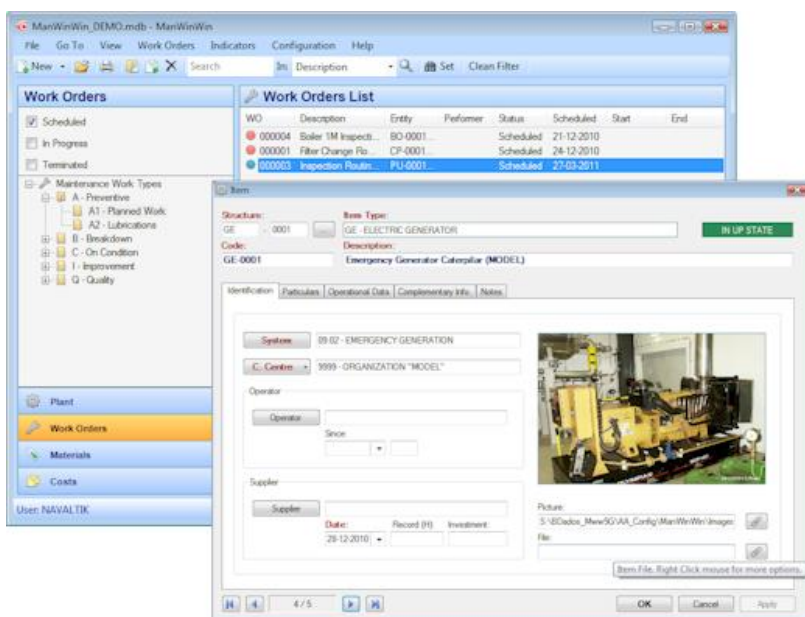


Figura 5 - Interface do software ManWinWin.

Este programa é composto pelos seguintes módulos:

- Módulo de parque de equipamentos

Permite fazer a gestão de manutenção de equipamentos; possibilita efetuar projeções de funcionamento para cada equipamento, de acordo com o histórico de funcionamento. Permite também o registo de recursos, humanos, materiais e serviços externos aplicados a cada equipamento.

- Módulo de ordens de trabalho

Este módulo permite programar os trabalhos preventivos com base em ciclos de manutenção, gerir os trabalhos de toda a equipa de manutenção, melhorar a gestão dos tempos de manutenção, planejar recursos para os trabalhos de manutenção e comparar em tempo real os custos planeados e reais.

- Módulo de gestão de armazéns

Permite a codificação única dos artigos, alertas de stock mínimo e sugestão de reposição, realizar inventários parciais ou completos e detalhar movimentos por artigo.

- Módulo de custos de manutenção

Este módulo permite determinar custos associados para todo o tipo de equipamentos, trabalhos de manutenção ou de qualquer sistema de manutenção, gerir documentos contabilísticos que digam respeito a manutenção, e melhorar a integração dos custos de manutenção com o departamento financeiro da empresa.

- Módulo de análise e indicadores

Este módulo permite criar e guardar análises de acordo com as necessidades de cada organização ou utilizador; permite também calcular indicadores técnicos, económicos e organizacionais de manutenção.

SMIT

O SMIT (Sistema Modular Integrado de Terologia) é um *software* de gestão de manutenção, como se pode observar na figura 6.

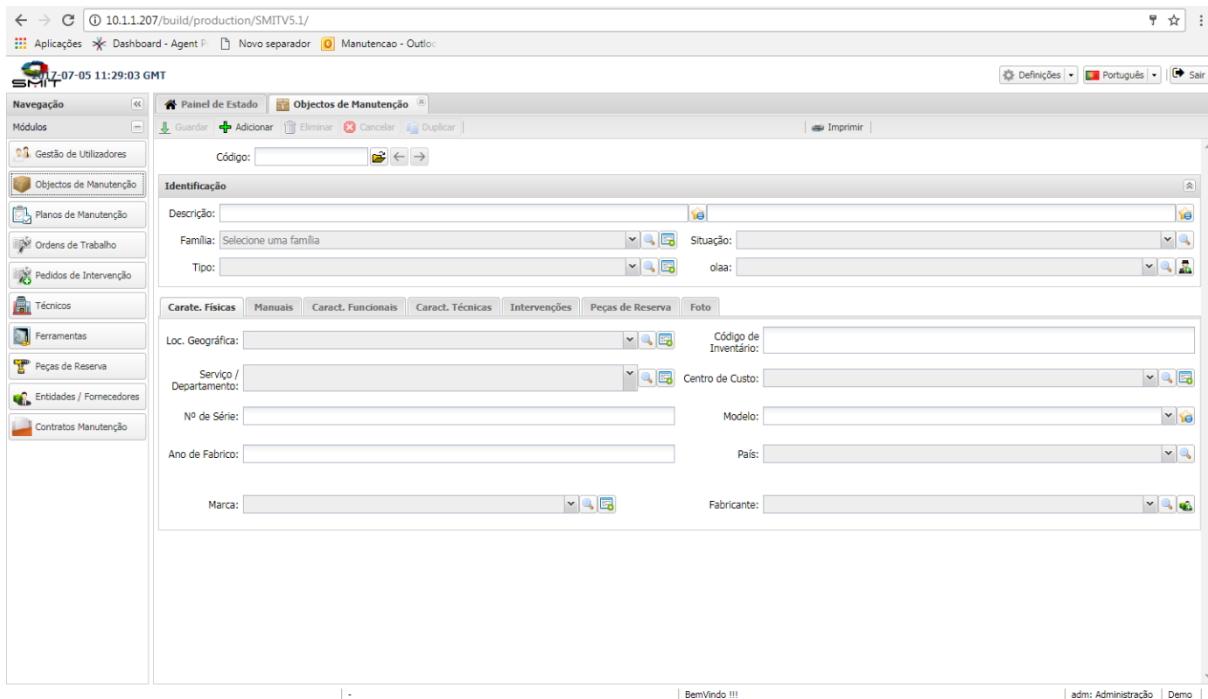


Figura 6 - Interface do software SMIT (Versão web).

Este *software* divide-se em 10 módulos:

- Gestão de utilizadores

Módulo onde é possível definir contas de utilizadores e atribuir determinadas restrições de utilização caso seja o indicado.

- Objetos de manutenção

Módulo base, no qual está armazenada a lista de todos os ativos da empresa, neste caso o Hospital Idealmed, e toda a informação disponível sobre eles, como marca, modelo, número de

série, fotografias, fornecedor do equipamento, custos de aquisição, garantia, fornecedor de manutenção, localização, departamento, características técnicas, manual, entre outros.

- Planos de manutenção

Módulo onde se define, para cada objeto de manutenção criado no módulo anterior, as suas manutenções programadas, quais as ações a realizar, a sua periodicidade. Uma vez definidos estes, o *software* gera ordens de trabalho automaticamente.

- Ordens de Trabalho (OT)

Neste módulo estão todas as ordens de trabalho; as já realizadas servem como histórico para apoio em futuras avarias e as ordens de trabalho ainda por realizar, que se subdividem em duas categorias distintas: as geradas automaticamente pelo *software*, uma vez que se tratam de manutenções programadas; e as ordens de trabalho criadas manualmente, por se tratarem de intervenções não planeadas (avarias). Relativamente às OT planeadas, elas são vistas pelos técnicos que executam os trabalhos, uma vez que lhes vão servir de guia de apoio e, no fim dos trabalhos realizados, é preenchido na própria ordem de trabalho dados, como o tempo de intervenção, quais as ações realizadas, anomalias registadas, peças utilizadas e custos associados a cada intervenção. Relativamente às OT não planeadas, a diferença é que não existe a lista de ações a realizar, e é necessário preencher, para além dos dados já referidos anteriormente, a ocorrência, a causa e o procedimento - para que, futuramente seja mais fácil diagnosticar problemas que possam surgir.

- Pedidos de intervenção

É um módulo destinado a colaboradores da empresa alheios à manutenção, que verificam e podem assim reportar uma anomalia em qualquer equipamento.

- Técnicos

Neste módulo estão todos os técnicos de manutenção que operam ou operaram na Idealmed, tanto internos como de empresas externas, e informações sobre eles, como nome, empresa, especialidade, data de início de trabalhos no hospital.

- Ferramentas

Neste módulo estão catalogadas as ferramentas internas e externas que possam representar um custo para qualquer intervenção de manutenção. Apresenta informação técnica sobre a ferramenta, fotografia e o seu custo/hora.

- Peças-de-reserva

Neste módulo existe a lista de peças utilizadas nos equipamentos, com informação técnica, data de aquisição, o preço, o fornecedor, se existe algum exemplar em armazém ou não, e foto da peça.

- Entidades / Fornecedores

É a lista de todos os fornecedores contactados pelo hospital, com informação, como a localização, contactos e NIF (Número de Identificação Fiscal).

- Contratos de manutenção

Neste módulo estão definidos os contratos de manutenção através dos equipamentos que abrangem, a duração e as datas de início e fim, o custo e o tipo de contrato (se é só manutenção preventiva, ou se também inclui corretivas, se inclui peças de substituição ou não, etc.).

Apesar de ser uma ferramenta bastante boa, a eficiência deste *software* depende muito da qualidade, quantidade e de como é inserida a informação.

3 EQUIPAMENTOS GERAIS

Os equipamentos sobre os quais se debruça este projeto são equipamentos não-médicos. Apresentam uma elevada diversidade, desde equipamentos de climatização a geradores de energia elétrica; no total são cerca de 500.

Contudo, e apesar de não serem mencionados outros equipamentos, foi realizado o mesmo trabalho para todos, cerca de 2450 equipamentos.

Em seguida são descritos alguns dos equipamentos de maior relevo dentro desta unidade hospitalar.

3.1 Equipamentos do sistema de água quente

O sistema de água quente é constituído por vários equipamentos, entre os quais estão duas caldeiras a gás, cinco depósitos AQS (Água Quente Sanitária), e 35 painéis solares.

Sobre este sistema foi realizado um estudo e foram aplicadas medidas que visam a otimização do seu funcionamento.

Otimização do funcionamento das caldeiras

A figura 7 **Erro! Autorreferência de marcador inválida.** representa o sistema de água quente no programa de gestão de edifício utilizado, designado por *dosapac*.

Neste *software* é possível definir as temperaturas de funcionamento, o estado, os horários de grande parte dos equipamentos, e ainda torna possível analisar a resposta do sistema face às variações de necessidades no decorrer do dia de funcionamento do hospital; como exemplo, e no caso das caldeiras, existem as variações das condições climatéricas e o aumento do consumo de água, no decorrer dos banhos dos utentes internados, que ocorrem num intervalo de tempo de cerca de uma hora.

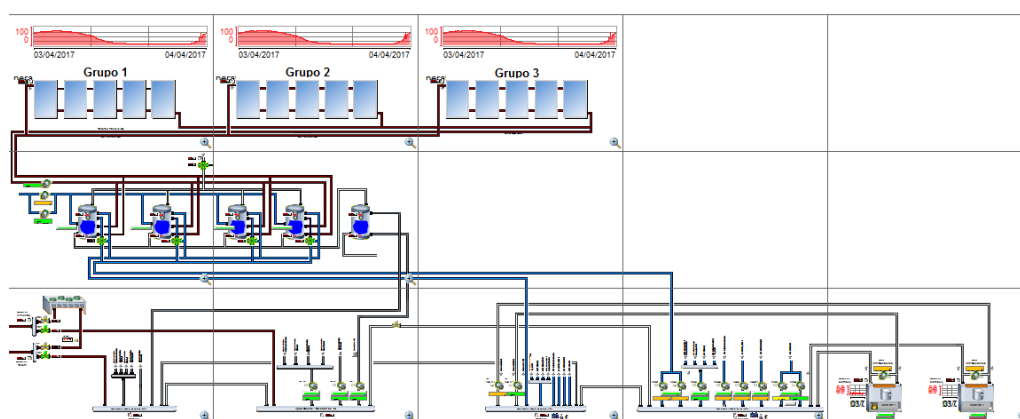


Figura 7 - Esquema do sistema de água quente no programa dosapac.

Para o aquecimento de água, para consumo humano e para a climatização do hospital, são utilizadas duas caldeiras a gás, como a que se pode ver na figura 8. Este modelo pode chegar aos 930.2 KW de potência e funciona num regime de até 6 bar de pressão, com uma temperatura de água abaixo dos 100°C.



Figura 8 - Caldeira Baxiroca CPA 800.

O queimador utilizado é da marca Baxiroca, modelo Tecno 100-GM, (as características deste queimador podem ser consultadas em Anexo 3).

Estas caldeiras transferem energia sob a forma de calor para um coletor, que depois é distribuída para três circuitos: um circuito que alimenta cinco depósitos (AQS), um circuito para as UTA e um para as vigas de arrefecimento.

A água quente sanitária, por uma questão de segurança e para evitar incidentes com utentes, está limitada a uma temperatura de 55 °C. O seu aquecimento está dividido em duas fases: numa primeira fase, a água proveniente da rede pública passa por um depósito de pré-aquecimento, que a eleva para temperaturas próximas dos 40 °C, este depósito tem a particularidade de realizar o aproveitamento da água quente rejeitada pelo chiller 2; na segunda fase, a água passa por um dos quatro depósitos principais de aquecimento, que recebem energia das caldeiras e do sistema de painéis solares, e que eleva a água para temperaturas que rondam os 50 °C.



Figura 9 - Deposito AQS.

Estes permutadores de calor recebem energia do sistema de painéis solares, que é composto por sete grupos de cinco painéis que apenas têm um papel ativo no sistema quando a temperatura da água do seu circuito regista valores acima dos 50°C e, quando necessário, através da regulação por electroválvulas, também recebe energia proveniente das caldeiras.

Este sistema apresenta bons rendimentos, atendendo a que conta com o aproveitamento da água do chiller. Num sistema tradicional, esta energia teria de ser totalmente dissipada através de um *dry-cooler* para o exterior. Conta ainda com a energia solar, em que os únicos custos associados a esta energia são os de manutenção do sistema.

Contudo, e tendo como base o pensamento Lean, o sistema pode ser ainda mais otimizado.

Para o bom funcionamento deste sistema é necessário garantir algumas condições como, a temperatura da água quente para consumo acima dos 45°C, uma vez que, segundo Maria João Benoliel M. J., Fernando A. L. A. C., e Diegues P.(2014), um dos principais fatores que favorecem o desenvolvimento da bactéria *Legionella* é a temperatura da água entre 20°C e 45°C, sendo a temperatura ótima entre os 35°C e 45°C. Por outro lado, pela questão de segurança dos utentes já referida anteriormente, também não pode ultrapassar os 55°C. Esta é uma condição fixa ao longo de todo o ano.

Relativamente à água quente para climatização do edifício, em meses de temperaturas altas, como Junho, Julho, Agosto e Setembro, o recurso ao sistema de água quente para climatização é muito reduzido e, por essa razão, deve estar sempre disponível mas não carece que estejam disponíveis temperaturas muito altas. Quando se trata de meses mais frios, como Novembro, Dezembro, Janeiro Fevereiro e Março, é necessário que as temperaturas estejam um pouco mais altas, na ordem dos 55°-60° C, para que a permuta de energia para o ar de insuflação seja maior. Não existe uma grande variação de temperaturas da estação fria para a estação quente; a maior diferença regista-se no tempo de funcionamento das caldeiras, para que sejam garantidas estas temperaturas.

Em suma é necessário garantir temperaturas perto dos 50 °C e, nos meses frios, perto dos 60 °C, tudo o que seja acima destes valores representa desperdício.

Segundo a lei de Fourier

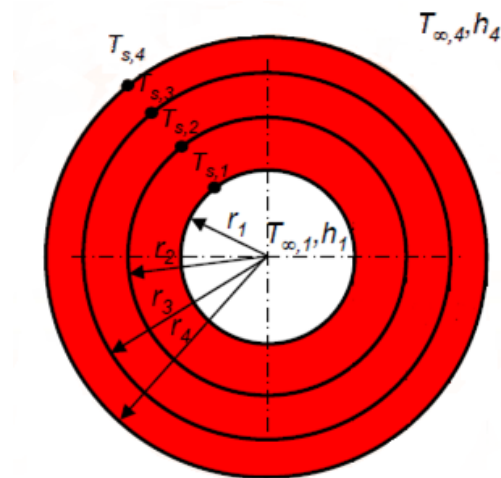


Figura 10 - Esquema de transferência de calor num tubo com isolamento.

$$Q_{cond} = K_T \cdot A \frac{T_{S1} - T_{S2}}{L} \quad (\text{W}) \quad (1)$$

$$Q_{cond} = \frac{T_{S1} - T_{S2}}{R_{parede}} \quad (\text{W}) \quad (2)$$

Onde,

Q_{cond} – Quantidade de calor transmitido por condução;

K_T – Condutibilidade térmica do material;

A – Área de superfície de transferência de calor;

L – Maior distância ou comprimento;

T_S – Temperatura de superfície;

R_{parede} – Resistência térmica da parede.

O que significa que, quanto maior for o diferencial de temperatura entre o interior da tubagem de água ou das caldeiras e o meio envolvente, maior será a energia perdida por condução, como se pode verificar na figura 10, juntamente com a equação 3.

$$Q = \frac{T_{\infty,1} - T_{\infty,4}}{\frac{1}{h_1 2\pi r_1 L} + \frac{\ln(\frac{R_2}{R_1})}{2\pi k_A L} + \frac{\ln(\frac{R_3}{R_2})}{2\pi k_B L} + \frac{\ln(\frac{R_4}{R_3})}{2\pi k_C L} + \frac{1}{h_4 2\pi r_4 L}} \quad (\text{W}) \quad (3)$$

Onde,

T_{∞} – Temperatura do meio ambiente;

R – Raio do tubo.

- Análise de possíveis melhorias

Na fase inicial, as duas caldeiras funcionavam em simultâneo e, assim que atingissem o seu *set-point* de temperatura da água, que estava fixo nos 70°C, desligavam-se e voltavam de novo a entrar em funcionamento, assim que a temperatura registasse um valor de 60°C.



Figura 11 - Bomba circuladora do circuito de painéis solares.

No sistema de painéis solares, o seu funcionamento era acionado por uma sonda de temperatura que, aos 50°C provocava o arranque da bomba de circulação, a qual está equipada com um variador de velocidade, mas que estava sempre na sua posição máxima. Este funcionamento, em elevado regime, tem como consequência direta, principalmente quando as condições climatéricas não assumem temperaturas muito altas, uma perda de rendimento, visto que quando um fluido passa por um permutador de calor, os painéis solares, a uma velocidade alta, o fenómeno de transmissão de calor é menor, ou seja, as temperaturas atingidas pela água do sistema vão ser menores.

Alterações de melhoria:

1. A primeira alteração realizada foi a retirada de funcionamento de uma das caldeiras, passando, neste caso, a funcionar apenas com uma caldeira. Esta ação revelou-se um sucesso, visto que, mesmo perante muito baixas temperaturas, tais como as registadas neste inverno, o sistema de água quente conseguia satisfazer as necessidades do hospital. Apenas com esta ação diminuíram-se as perdas de calor através das paredes das caldeiras, que assim sendo passaram, teoricamente, para metade.
2. Outra ação realizada foi a alteração do *set-point* das caldeiras para os 60 °C e a diminuição da variação de temperatura para 5°C; esta variável dita o arranque da caldeira. Com estes novos valores a caldeira passa entrar em funcionamento mais vezes, mas não atinge temperaturas tão elevadas, que levam a maiores perdas de energia.
3. A última alteração realizada foi a da rotação da bomba de circulação da água quente proveniente dos painéis solares; ela dispõe de 15 posições de funcionamento numa escala de 0 a 7. Inicialmente estava sempre na posição 7, mas, por forma a maximizar o aproveitamento da energia solar, foi alterada para a posição 3.5. Foi escolhida esta posição por garantir um regime de fluxo estável e por permitir uma maior transferência de energia para o fluido.

Resultados obtidos

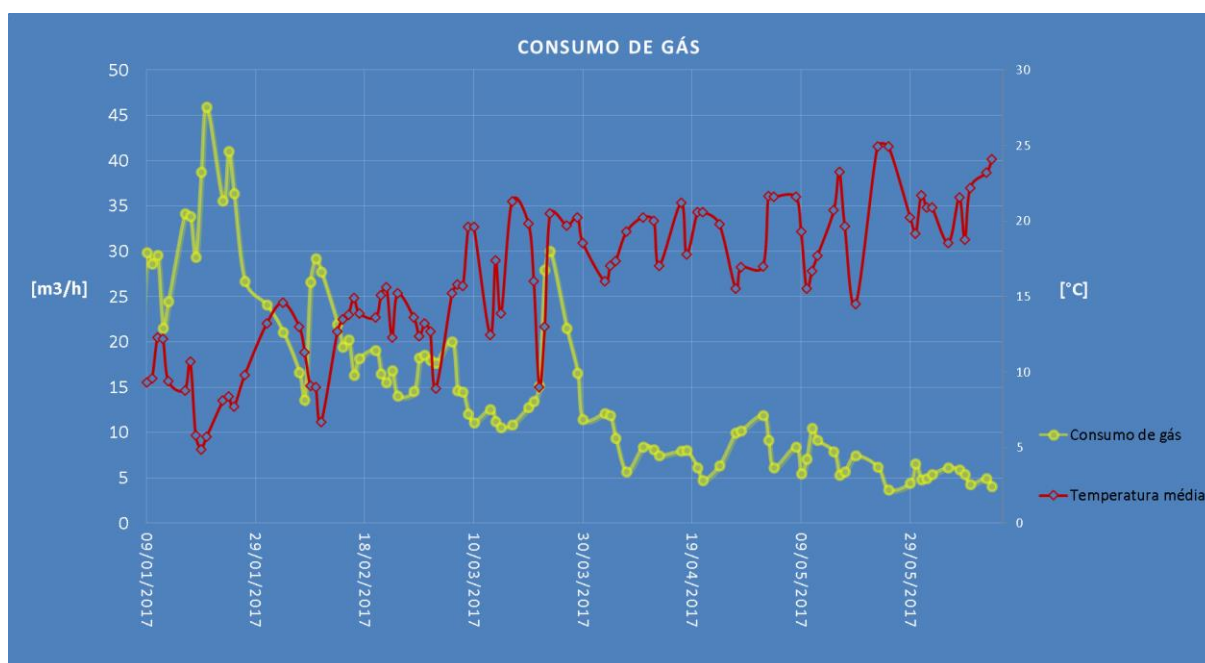


Figura 12 - Consumo de gás e temperaturas médias.

A figura 12 retrata as leituras dos consumo de gás por parte das caldeiras, antes e depois das alterações mencionadas anteriormente. Este gráfico foi construído com recurso aos contadores de gás analógicos que existem para cada caldeira; desde o dia 06/01/2017 até ao dia 13/06/2017 foram retiradas mais de 90 leituras.

As alterações, nomeadamente no funcionamento das caldeiras, foram realizadas no dia 31/01/2017, e consistiram em diminuir o *set-point* e da variação de temperatura que dita o arranque da caldeira.

Também no gráfico estão demonstradas as temperaturas médias dos dias em que foram realizadas as leituras, e, realizando uma breve análise, conclui-se que as temperaturas atmosféricas são o principal fator que influencia no consumo de gás das caldeiras.

Uma outra medida implementada, e esta com mais significado para a redução de custos por consumo de gás, foi a implementação de horários de funcionamento das caldeiras.

A figura 13 representa a *form* de configurações de horários de uma caldeira, neste caso a número 2. O programa tem a versatilidade de criar 12 horários diferentes e escolher a ação que se realiza, ligar ou desligar; em cada um destes horários também é possível escolher para que dias da semana é que estão ativos.

The screenshot shows a software window titled 'Configuração Horária' with a sub-window 'Programador Horário'. The main area is titled 'Configuração dos Horários p/ o Equipamento: Caldeira 2'. It displays a 3x4 grid of 12 hourly slots, each with a number (#1 to #12), a status (OFF or ON), and a time. Below the grid are two sections: 'Comando Horário' with a clock icon and 'Automático OFF' button, and 'Descrição do Equipamento' with the text 'Caldeira 2'. At the bottom, there is a 'Seleção do Grupo do Equipamento/circuito:' section with a dropdown menu showing 'Nenhum' and an 'OK' button.

Horário	Status	Tempo
#1	OFF	11 : 00
#2	ON	13 : 30
#3	OFF	14 : 00
#4	ON	16 : 30
#5	OFF	17 : 00
#6	ON	18 : 30
#7	OFF	19 : 00
#8	ON	20 : 15
#9	OFF	11 : 30
#10	ON	01 : 30
#11	OFF	02 : 15
#12	ON	03 : 45

Figura 13 - Programação de horários da caldeira 2 no software dosapac (gestão de edifícios).

Neste caso, o que é possível fazer, de modo a aproximar o funcionamento das caldeiras às necessidades do sistema, é criar um mapa com diferentes horários de funcionamento para diferentes épocas do ano, eliminando, deste modo, parte do excesso de produção de água quente.

Tabela 1 - Mapa de horários de funcionamento das caldeiras.

Mês	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on	off	on
1	12:00	14:00										
2	12:00	14:00										
3	11:30	13:30	14:30	16:00								
4	11:00	13:30	14:00	16:30								
5	10:30	13:30	14:00	16:30	17:00	18:30	19:00	20:15	23:30	01:30	02:15	03:45
6	10:30	16:30	17:30	20:30	23:30	01:30	02:30	04:00				
7	10:30	16:30	17:30	20:30	23:30	01:30	02:30	04:00				
8	10:30	16:30	17:30	20:30	23:30	01:30	02:30	04:00				
9	10:30	13:30	14:00	16:30	17:00	18:30	19:00	20:15	23:30	01:30	02:15	03:45
10	11:30	13:30	14:30	16:00								
11	12:00	14:00										
12	12:00	14:00										

A tabela 1 apresenta os horários de funcionamento, para qualquer que seja a caldeira em funcionamento, estipulados para cada mês do ano.

Esta tabela foi realizada com base em testes e na resposta que o sistema dava a esses testes, resposta esta que era inteiramente dada nos gráficos produzidos pelo *software dosapac* da temperatura de água que saia dos depósitos AQS.

Em suma, o funcionamento passa a ser feito apenas por uma caldeira, sendo alternada, pelo menos, a cada dois meses, para garantir o bom funcionamento dos dois equipamentos, e apresentará o máximo de funcionamento: de 22 horas nos meses de inverno, (Janeiro, Fevereiro, Novembro e Dezembro); de 20:30 horas nos meses de Março e Outubro; de 19 Horas em Abril; de 14:15 horas nos meses de Maio e Setembro; e de 13:30 nos meses mais quentes (Junho, Julho e Agosto).

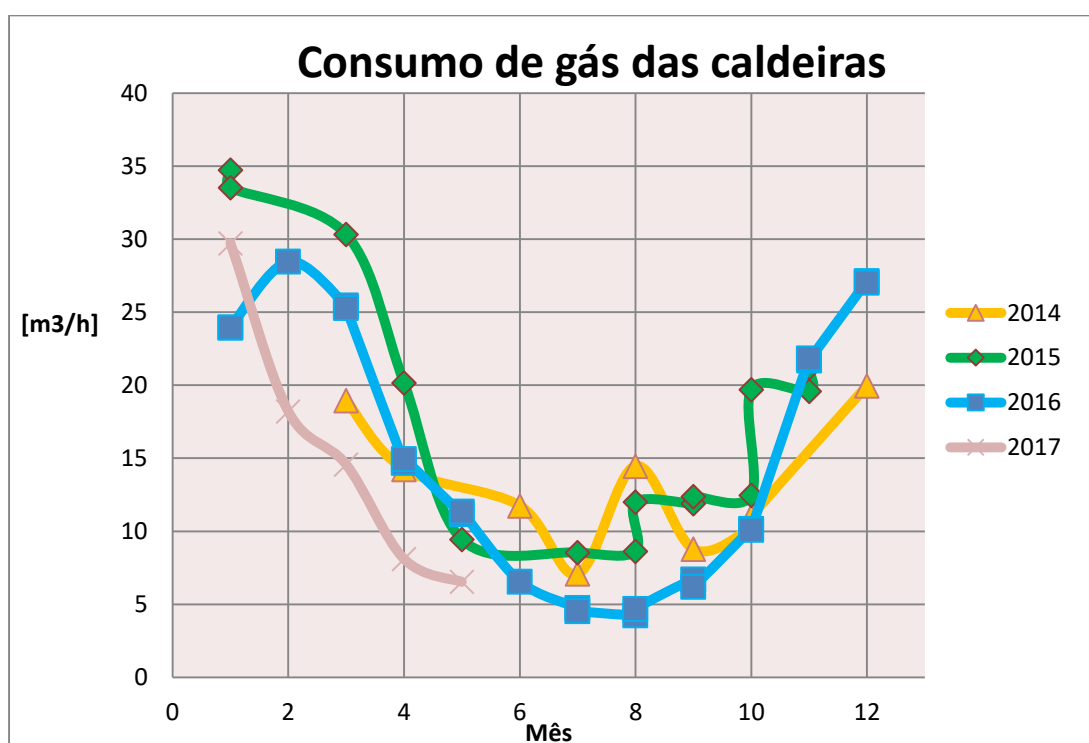


Figura 14 - Comparação do consumo de gás das caldeiras com estimativas de anos anteriores.

A figura 14 compara, ao longo do ano, o consumo obtido no ano de 2017, com a implementação dos métodos de otimização, com uma estimativa baseada nos anos anteriores.

Embora existam apenas cinco pontos marcados para o ano atual é visível uma diminuição do gás consumido, exceto no primeiro mês, uma vez que se foram registadas temperaturas bastante inferiores relativamente a anos anteriores.

Conclui-se que as medidas implementadas revelaram sucesso; pelo pensamento Lean foi identificado um excesso de desperdício, e o mesmo combatido, utilizando as medidas mencionadas anteriormente.

3.2 Unidades de Tratamento de Ar (UTA)

São equipamentos de elevada importância para a unidade, contribuindo diretamente para o bem-estar dos utentes. Para assegurar a climatização do edifício são necessárias 27 UTA.

O seu princípio de funcionamento é bastante simples: insuflam ar, com recurso a ventiladores elétricos, que passa por um permutador de calor que aquece ou arrefece o ar, de acordo com a temperatura da água que nele passa. O ar passa por uma sequência de filtros para que sejam retidas partículas de elevadas dimensões, e para a extração do ar “velho” da divisão ou divisões que estejam dependentes do funcionamento deste equipamento, para garantir a qualidade do ar existente no seu interior.

Tal como as caldeiras, estes equipamentos também são geridos a partir do programa de gestão de edifício, *dosapac*, mas de uma forma mais aprofundada. Nas UTA não só é possível controlar horários de funcionamento, como é possível variar o regime de funcionamento da ventilação, sendo que apenas estão disponíveis dois regimes diferentes, e é possível variar o *set-point* de insuflação; à par disto, e não menos importante, é possível ver em tempo real, e em histórico, a temperatura do ar de entrada e de saída da UTA, o caudal de insuflação, a posição das electroválvulas que controlam e alternam, consoante a necessidade, e os circuitos de água fria ou água quente.



Figura 16 - UTA do bloco operatório 1.



Figura 15 - Filtros de bolsas.

Nestes equipamentos, a otimização passa não pelo funcionamento, mas pela manutenção.



Figura 17 - Horário de funcionamento das UTA's do auditório e do bloco 1 no programa *dosapac*.

A substituição dos filtros é realizada em todas as UTA com a mesma periodicidade, embora estes equipamentos tenham entre si tempos de funcionamento muito variados. Podemos comparar os opostos, em que a UTA do auditório funciona em baixo regime apenas duas horas por dia, em determinados dias de semana, enquanto que a UTA do bloco operatório 1 está sempre em pleno funcionamento.

Portanto existe um desperdício perante os equipamentos que funcionam menos horas. A solução passa pela contabilização das horas de funcionamento através do programa *dosapac*, e da realização das intervenções que tenham como alvo a substituição dos filtros com base nas horas de funcionamento contabilizadas. A única desvantagem é o armazenamento dos filtros, uma vez que a compra dos filtros é unitária para evitar custos mais elevados.

3.3 Chiller

Os chillers são equipamentos de produção de frio; existem cinco nesta unidade de saúde: o chiller 1, visível na figura 18, é o principal e o mais potente, produz água fria para 24 das 27 UTA e para a maior parte das vigas de arrefecimento; em paralelo funciona o chiller 2, com menos potência, mas com a particularidade de fazer o aproveitamento da água quente que é rejeitada do processo de produção de água fria; o chiller 3 apenas se destina a 3 UTA da oftalmologia e da fertilização; os chillers 4 e 5 apresentam dimensões bastante reduzidas em

comparação com os restantes, funcionando em paralelo e alternadamente, com o objetivo de arrefecer a secção do “Data Center”.



Figura 18 - Chiller 1.

A otimização realizada neste grupo de equipamentos foi relativa apenas aos chillers 1 e 2, ou seja, os principais da unidade, que alimentam a maioria das UTA e das vigas de arrefecimento. Esta otimização complementa a que é referente ao sistema de água quente, e consiste na maximização do funcionamento do chiller 2, uma vez que é o único que faz o aproveitamento da água quente que rejeita, e apresenta uma potência mais baixa e mais gradual, uma vez que tem cinco compressores na sua composição, que apenas trabalham quando é necessário; enquanto que o chiller 1 apenas tem dois compressores e, apesar de ser modular no seu funcionamento, o seu consumo de energia é maior, e apenas se justifica em determinadas horas do dia, das 10 h às 16, nos dias mais quentes do ano.

3.4 Geradores

Na unidade hospitalar existem dois geradores, com motores alternativos a Diesel, para a produção de energia elétrica - na figura 19 pode visualizar-se o gerador principal - este gerador arranca automaticamente quando ocorre uma falha de energia elétrica proveniente da rede, e tem a capacidade de produzir a energia elétrica para todo o edifício em pleno funcionamento. O gerador secundário, ou de socorro, é mais pequeno e apenas produz energia elétrica para o quadro de energia socorrida a que os bombeiros têm acesso para ligar, em caso de emergência, alguns dos elevadores, o sistema de ventilação e as bombas de água para incêndio.



Figura 19 - Gerador.

4 IMPLEMENTAÇÃO DO CMMS

O CMMS que foi implementado foi o SMIT, em versão web que permite o acesso por vários dispositivos nos mais variados locais. Tem a grande vantagem de poder ser, com facilidade, consultado durante a intervenção, no próprio local do equipamento.

Este processo teve várias etapas bastante distintas, as quais vão ser descritas seguidamente.

4.1 Levantamento de todos os equipamentos

O primeiro passo é o levantamento de todos os equipamentos, fotografar o próprio equipamento e a chapa sinalética, anotar a sua localização geográfica e designação e, por fim, colocar uma etiqueta codificada para a sua identificação, como se pode ver na figura 21.

No módulo de objetos de manutenção foi criada uma “página” para cada equipamento, em que se carregou toda a informação disponível, inclusive manuais de apoio à manutenção que pudessem haver, quer em formato de papel e, posteriormente digitalizados, quer disponíveis na Internet (figura 20).

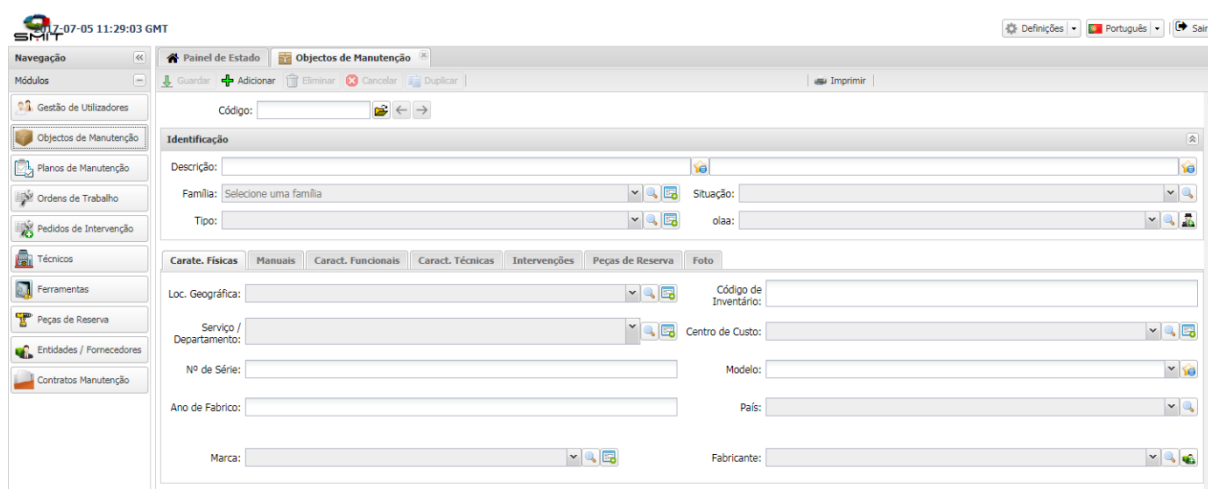


Figura 20 - Exemplo da página de Objetos de Manutenção.

Relativamente à etiqueta utilizada, um código de barras interno, que é impresso e colocado fisicamente no equipamento. Contem 13 algarismos e tem origem no 000000000015, o algarismo à esquerda para o próximo código sofre um incremento de 7, e os restantes algarismos dizem respeito ao número do equipamento, sendo portanto o segundo equipamento etiquetado com o código 000000000022.



Figura 21 - Código de barras Idealmed.

Um dos dados importantes é o da localização do equipamento, tanto por uma maior eficiência nas intervenções, como para rastrear o equipamento quando é transmitido pelos colaboradores alheios à manutenção, e este se encontra em avaria.

Para isto foram criados os departamentos existentes na unidade de saúde e uma nomenclatura para a localização geográfica no edifício, com a seguinte estrutura:

Departamentos médicos

- **Policlínica**
- **Internamento**
- **Cirurgia oftalmológica**
- **Urologia**
- **Medicina dentária**
- **Oftalmologia**
- **Oftalmologia UOC**
- **Gastroenterologia e Proctologia**
- **Pneumologia e Alergologia**
- **Cardiologia**
- **Ginecologia e obstetrícia**
- **Cirurgia pediátrica**
- **Urologia – IAU (instituto avançado de Urologia)**
- **Ortopedia**
- **Cirurgia maxilo-facial**
- **Anestesiologia**
- **Cirurgia vascular**
- **Cirurgia plástica**
- **Neurocirurgia**
- **Cirurgia Torácica**
- **Sinistralidade**
- **Perícias médico-legais**
- **Cirurgia reconstrutiva**
- **Análises clínicas - Laboratório de São José**
- **Neurofisiologia**
- **Reumatologia**
- **Dermatologia**
- **Psiquiatria**
- **Medicina Dentária - Orimed**
- **Fisioterapia**
- **Atendimento médico permanente**
- **Oncologia**
- **Medicina geral e familiar**
- **Dermostética**

- **Endocrinologia**
- **Podologia**
- **Medicina interna**
- **Terapia da fala**
- **Ferticentro**
- **IMIC (Centro Materno Infantil)**
- **Imacentro**
- **Oftalmologia (Clinicas Leite)**
- **ITAU**
- **Clinica CEDRA (doenças respiratórias e alergias)**
- **SIE**
- **Stressidades**
- **Maternidade**
- **Auditório**
- **Farmácia**
- **Esterilização**
- **Dermatologia, cirurgia vascular endocrinologia nutrição, centro de diabetes e obesidade**
- **Administração**
- **Consultas**
- **Imagiologia e medicina nuclear**
- **Receção**
- **Internamento**
- **Cuidados intermédios**

Departamentos técnicos

- **Técnico – Painéis solares**
- **Técnico – Vigas de arrefecimento**
- **Técnico – Estacionamento piso -1**
- **Técnico – Estacionamento piso -2**
- **Técnico – Ventilação**
- **Técnico – Eletricidade**
- **Técnico – Ar condicionado**
- **Técnico – UTA's**
- **Técnico – Gases Hospitalares**
- **Técnico – Segurança**
- **Técnico – Portas**
- **Técnico – Informático**
- **Técnico – Elevadores**
- **Técnico – Cozinha**
- **Técnico – Lavandaria**
- **Técnico – Tratamento de águas**
- **Técnico – Água quente**
- **Técnico – Água fria**
- **Técnico – Água potável**
- **Técnico – Água residual**
- **Técnico – Água rega**
- **Técnico – Emergência**

Localização geográfica

Piso -2

- **Estacionamento**
 - **Zona verde**
 - ✓ **Área técnica 1**
 - **Zona Amarela**
 - ✓ **Área técnica 1**
 - **Área técnica 1.1**
 - ✓ **Área técnica 2**
 - ✓ **Área técnica 3**
 - ✓ **Área técnica 4 (ETAR)**

Piso -1

- **Estacionamento**
 - **Área técnica 1**
 - ✓ **Área técnica 1.1**
 - **Área técnica 1.1.1**
 - **Área técnica 2**
 - **Área técnica 3**
 - ✓ **Área técnica 3.1**
- **Túnel**
 - **Sala 3 (QE)**
 - **Sala 4 (QE)**
 - **Sala 5 (farmácia)**
 - **Sala 6 (farmácia)**
 - **Central de vácuo**
 - **Central de ar comprimido**
 - **Central de gases medicinais**

- **CCTV**
- **IMIC**
- **FERTICENTRO**
- **Área técnica caldeiras**
- **Auditório**
- **Recepção Internamento**
- **Cozinha**

(A restante nomenclatura pode ser consultada no Anexo 1)

Estas duas características que são associadas ao equipamento aquando da sua criação no SMIT possibilitam uma otimização de recursos em termos de tempo despendido na procura do equipamento. Contudo, para objetos móveis, tais como camas articuladas, bombas infusoras/perfusoras, monitores de sinais vitais, entre outros, implica a sua atualização em relação à sua localização geográfica e ou a associação de um código RFID (Radio-Frequency Identification).

4.2 Criação os planos de manutenção

Com a informação disponível nos manuais e com as necessidades reportadas pela equipa de manutenção são criados os planos de manutenção para os equipamentos. Para a sua criação é imprescindível uma periodicidade, uma “check list” e os procedimentos adequados ao objeto de manutenção alvo.

Uma vez criados, estes devem ser ativados gradualmente de forma a que a realidade das intervenções possa acompanhar o lançamento das Ordens de Trabalho planeadas.

Planos de manutenção de referência

Por forma a poderem ser alteradas quaisquer características, com uma maior rapidez e simplicidade, nos planos de trabalho foram criados planos de referência.

Apenas nos casos em que existem vários equipamentos iguais ou muito semelhantes foi criado um plano de referência, que está associado a um equipamento fictício, em que ao primeiro a ser criado foi associado o código 990000000015.

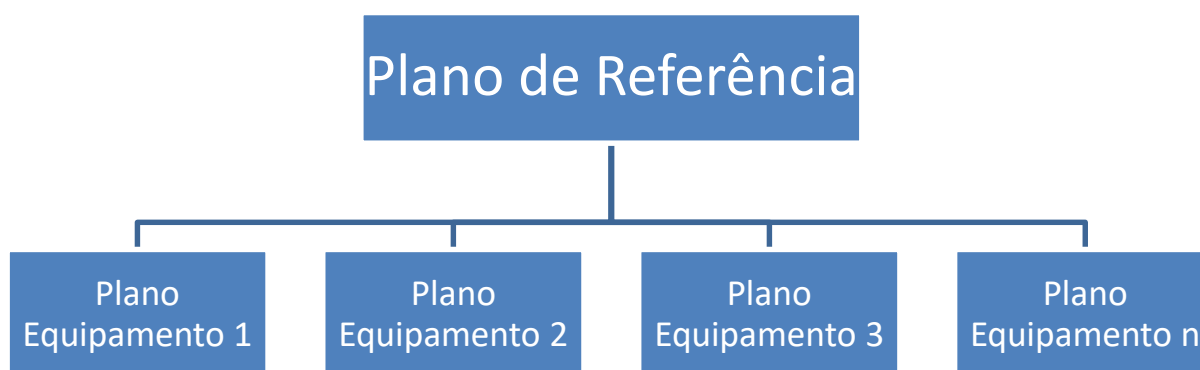


Figura 22 - Esquemas dos planos de referência.

Para cada tipo de equipamento e para cada periodicidade é necessário criar uma rede de ligação entre planos, como a que se pode visualizar na figura 22. Esta ligação entre planos pode transferir toda a informação para os planos individuais dos equipamentos ou pode simplesmente transferir-se a periodicidade definida.

Exemplo:

Existe um plano de referência para as UTA com a periodicidade anual, que transfere informação para o plano anual de cada UTA, ou seja, existe um plano “pai” que determina o comportamento dos 27 planos individuais.

Este método acaba por revelar a sua importância quando é necessário proceder à alteração dos planos de manutenção para um tipo de equipamento que disponha de muitos exemplares e cuja a alteração afete todos eles; sendo assim, a alteração é feita apenas no plano de referência.

A manutenção dos equipamentos pertencentes ao sistema de água quente, em conjunto com todos os equipamentos de AVAC é, neste momento, da responsabilidade da empresa Piclima - projetos e instalações de climatização Lda.

Contudo está a ser realizada internamente a gestão e o registo das intervenções efetuadas, que é possível, pelo facto de ter sido implementado um *software* de gestão de manutenção, o SMIT.

Os planos posteriormente mencionados foram criados com base nos manuais dos equipamentos, nas recomendações de empresas de manutenção e com a experiência de colaboradores internos e externos com conhecimentos nestas áreas, e são a informação base para o funcionamento do programa SMIT.

Exemplos de Planos:

- Plano de manutenção das caldeiras

As caldeiras, pelo combustível utilizado, não carecem de limpeza nem de intervenções internas de manutenção.

Contudo, necessitam que sejam vistas periodicamente as válvulas de segurança, possíveis fugas de gás, e que seja feita uma análise anual da emissão de gases, que determina se a caldeira está a realizar uma boa combustão, ou se necessita de afinação do queimador.

Em seguida estão representadas, em tópicos, as *check list* geradas em cada OT para as caldeiras e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Mensal

1. Inspeccionar válvulas de segurança;
2. Verificar da existência de eventuais fugas.

Periodicidade - Semestral

1. Inspeccionar válvulas de segurança;
2. Verificar da existência de eventuais fugas;
3. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
4. Inspeccionar elementos de comando e segurança;
5. Inspeccionar e limpar ventilador de extração.

Periodicidade - Anual

1. Inspeccionar válvulas de segurança;
2. Verificar da existência de eventuais fugas;
3. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
4. Inspeccionar elementos de comando e segurança;
5. Inspeccionar e limpar ventilador de extração;
6. Medir e registar temperaturas de arranque a paragem das caldeiras;
7. Verificar corrosões, estanquicidade, pinturas e suportes;
8. Realizar análise para a caracterização das emissões gasosas.
 - o A caracterização das emissões gasosas tem como objetivo principal avaliar e quantificar a concentração de poluentes e os caudais mássicos da emissão de poluentes. Não só quantifica o que determinados equipamentos poluem, através de valores, como as concentrações de poluentes e de caudais mássicos de emissão de poluentes, de Óxidos de azoto (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV), expressos em mg/Nm³ e Kg/h, como também determina a qualidade do seu funcionamento. No caso das caldeiras, é um indicador para a necessidade ou não de uma afinação dos queimadores.

- Plano de manutenção dos painéis solares

O sistema de painéis solares conta com sete grupos de cinco painéis, e para o seu bom funcionamento é de extrema importância que não haja fugas no circuito, uma vez que podem levar a que se formem bolsas de ar nos painéis, impedindo a regular circulação do fluido, elevando a sua temperatura para valores bastante altos que levam à deterioração de outros componentes (figura 23).



Figura 23 - Painéis solares.

Em seguida estão representadas em tópicos as *check list* geradas em cada OT para os painéis solares e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Trimestral

1. Limpar a superfície do painel;
2. Verificar da existência de eventuais fugas;
3. Verificar a percentagem de glicol no circuito.

Periodicidade - Anual

1. Limpar a superfície do painel;
2. Verificar da existência de eventuais fugas;
3. Verificar a percentagem de glicol no circuito;
4. Substituir vedantes nos pontos de ligação da tubagem ao painel.

Para além do que é feito nos planos de manutenção é ainda acompanhado, diariamente, via programa *dosapac*, as temperaturas dos painéis solares, que assim que estiverem perto, ou ultrapassarem os 100 °C, exigem uma rápida intervenção, que consiste em adicionar água ao circuito de modo a aumentar a pressão dentro da tubagem.

- Plano de manutenção das UTA

Em seguida são representadas, em tópicos, as *check list* geradas em cada OT para unidades de tratamento de ar e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Mensal

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar a existência de ruídos e vibrações anormais;
3. Limpar os pré-filtros e verificar o estado geral dos filtros de saco e absolutos;
4. Verificar o funcionamento dos atuadores e das válvulas regulação de água quente e de água fria.

Periodicidade - Trimestral

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar da existência de ruídos e de vibrações anormais;
3. Limpar os pré-filtros e verificar o estado geral dos filtros de saco e absolutos;
4. Verificar o funcionamento dos atuadores e das válvulas regulação de água quente e de água fria;
5. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
6. Verificar o tabuleiro de condensados e proceder à sua limpeza;
7. Verificar o sistema de humedificação.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar da existência de ruídos e vibrações anormais;
3. Limpar os pré-filtros e verificar o estado geral dos filtros de saco e absolutos;
4. Verificar o funcionamento dos atuadores e das válvulas regulação de água quente e de água fria;
5. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
6. Verificar o tabuleiro de condensados e proceder à sua limpeza;
7. Verificar o sistema de humidificação;
8. Verificar e proceder à limpeza dos ventiladores;
9. Medir e registar consumos elétricos e realizar reapertos, se necessário;
10. Verificar da existência de depósitos ou manchas de água.

Periodicidade - Anual

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar a existência de ruídos e vibrações anormais;
3. Substituir filtros e pré-filtros;
4. Verificar o funcionamento dos atuadores e das válvulas regulação de água quente e de água fria;
5. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
6. Verificar o tabuleiro de condensados e proceder à sua limpeza;
7. Verificar o sistema de humidificação;
8. Verificar e proceder à limpeza dos ventiladores;
9. Medir e registar consumos elétricos e realizar reapertos, se necessário;
10. Verificar a existência de depósitos ou manchas de água;
11. Verificar o estado de contaminação, deterioração e corrosão;
12. Limpar a superfície exterior acessível;
13. Limpeza geral do interior da unidade;
14. Medir e registar a temperatura do ar de insuflação.

- Plano de manutenção dos Chillers

Em seguida estão representadas em tópicos as *checklist* geradas em cada OT para os chiller e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Mensal

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
3. Verificar termostato e pressóstato;
4. Verificar a existência de eventuais fugas;
5. Verificar regulação de relés e proteções;
6. Verificar parâmetros do micro compressor, leitura e registo de anomalias.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
3. Verificar termóstato e pressóstato;
4. Verificar a existência de eventuais fugas;
5. Verificar a regulação de relés e proteções;
6. Verificar parâmetros do microprocessador, leitura e registo de anomalias;
7. Verificar funcionamento dos ventiladores;
8. Verificar nível do óleo e resistência do cárter;
9. Verificar baterias, eventuais corrosões, alhetas e tubos.

Periodicidade - Anual

1. Verificar a existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o funcionamento do sistema de regulação e controlo;
3. Verificar termóstato e pressóstato;
4. Verificar termóstato e pressóstato;
5. Verificar a existência de eventuais fugas;
6. Verificar a regulação de relés e proteções;
7. Verificar parâmetros do microprocessador, leitura e registo de anomalias;
8. Verificar o funcionamento dos ventiladores;
9. Verificar o nível do óleo e resistência do cárter;
10. Verificar baterias, eventuais corrosões, alhetas e tubos;

11. Verificar o estado do equipamento em geral;
12. Inspeccionar o quadro elétrico, isolamentos dos condutores e reaperto dos terminais;
13. Verificar proteções e comandos elétricos;
14. Verificar permutadores e condensadores;
15. Inspeccionar pinturas, isolamentos e amortecedores;
16. Verificar funcionamento das válvulas e inversão de ciclo;
17. Verificar nível do óleo dos compressores;
18. Verificar carga de refrigerante;
19. Realizar limpeza geral.

- Plano de manutenção dos geradores

Embora as suas horas de trabalho sejam poucas, estes são equipamentos muito importantes e a sua monitorização deve ser rigorosa.

Periodicidade - Mensal

1. Arranque do gerador durante 15 minutos em vazio;
2. Verificar o nível de gasóleo no depósito de baixo do motor a fim de confirmar o funcionamento da bomba de gasóleo;
3. Verificar a existência de ruídos e vibrações anómalas.

Periodicidade - Semestral

1. Arranque do gerador 30 minutos em carga;
2. Verificar o nível de gasóleo no depósito de baixo do motor a fim de confirmar o funcionamento da bomba de gasóleo;
3. Verificar a existência de ruídos e vibrações anómalas.

Periodicidade - 2 anos

1. Arranque do gerador 30 minutos em carga;
2. Verificar o nível de gasóleo no depósito de baixo do motor a fim de confirmar o funcionamento da bomba de gasóleo;
3. Verificar a existência de ruídos e vibrações anómalas;
4. Substituir filtros de gasóleo;
5. Substituir filtros de óleo;
6. Substituir óleo;
7. Substituir fluído anticongelante.

(Restantes planos de equipamentos gerais podem ser consultados no Anexo 4)

4.3 Carregamento do histórico

Uma outra fase bastante importante corresponde ao carregamento do histórico.

No caso da Idealmed, foi necessário reorganizar toda a informação sobre intervenções já realizadas de modo a indexar o orçamento, a Ordem de Trabalho e a fatura da mesma intervenção, para que, por fim, a informação, como a designação do equipamento, a descrição da intervenção, as peças utilizadas, os custos, etc. pudessem ser inseridas nos campos indicados.

Os principais dados carregados foram:

- O equipamento (designação/código ID);
- A empresa (caso seja subcontratada);
- O técnico;
- A data de execução dos trabalhos;
- As horas de trabalho;
- A descrição da anomalia;
- As ações realizadas;
- As peças utilizadas;
- Os custos:
 - Mão-de-obra;
 - Peças;
 - Deslocações.

Este processo requer um bom conhecimento dos equipamentos, uma vez que existem casos em que é necessário extrair várias ordens de trabalho de uma mesma folha de obra, por ela mencionar mais do que um equipamento, sendo necessário determinar a qua(is) pertence(m) os dados técnicos mencionados.

Para além disto, e por uma questão de suporte e de veracidade, foram carregadas, na Ordem de Trabalho, as digitalizações dos documentos, folhas de obra, faturas e orçamentos.

4.4 Contratos de manutenção

Os contratos de manutenção são uma área bastante importante e abrangem a manutenção planeada de grande parte dos equipamentos existentes na unidade de saúde e, por isso, faz sentido que exista este módulo para que esteja disponível a informação de quais os equipamentos abrangidos por contratos e quais as cláusulas desses mesmos contratos. Uma outra parte que tem de ser caracterizada é o custo que representa o contrato para cada equipamento.

The screenshot displays the SMIT software interface for the Maintenance Contracts module. The interface includes a navigation pane on the left with various modules such as 'Gestão de Utilizadores', 'Objectos de Manutenção', 'Planos de Manutenção', 'Ordens de Trabalho', 'Pedidos de Intervenção', 'Técnicos', 'Ferramentas', 'Peças de Reserva', 'Entidades / Fornecedoros', and 'Contratos Manutenção'. The main area is titled 'Identificar' and contains several input fields: 'Código', 'Fornecedor', 'Entidade', 'Data de Início', 'Data de Fim', 'Duração do contrato', 'Data do contrato', 'Tipo de Pagamento', and 'Código Doc. Do Fornecedor'. Below these fields is a section for 'Dados Financeiros' with a 'Valor Total do Contrato' field and a list of cost categories: 'Mão de Obra', 'Materiais', 'Utiliz.', 'Ferramentas', 'Deslocações', 'Impostos', and 'Diversos', each with a checkbox and an input field. A 'Unidade' field is also present.

Figura 24 - Módulo de contratos de manutenção do SMIT.

Para o preenchimento deste módulo (figura 24) é necessário, para cada contrato, inserir a seguinte informação:

- Fornecedor de manutenção;
- Data de início de contrato;
- Data de fim de contrato;
- Custo anual do contrato;
- Informação sobre, se inclui mão-de-obra, peças-de-reserva, utilização de ferramentas, deslocações, impostos ou diversos e qual é o custo que representa cada uma delas;
- Quais os equipamentos que são abrangidos pelo contrato e o custo que representa o contrato para cada um.

	Nº	%	€	%		%	
				90		10	
				Mão de obra		Deslocações	
				Total	Individual	Total	Individual
Quadros eletricos	20	1	127,5	114,75	5,74	12,75	0,64
UTA'S	27	40	5100	4590	170,00	510	18,89
Ventiladores	112	20	2550	2295	20,49	255	2,28
Chiller	6	5	637,5	573,75	95,63	63,75	10,63
Split's	12	1	127,5	114,75	9,56	12,75	1,06
Vigas	7	25	3187,5	2868,75	409,82	318,75	45,54
Bombas de água	49	7	892,5	803,25	16,39	89,25	1,82
Painéis	8	1	127,5	114,75	14,34	12,75	1,59
Total	241	100	12750				

Figura 25 - Disposição dos custos de manutenção no contrato com a Piclima.

Para que se possa quantificar individualmente a manutenção preventiva dos equipamentos, referente a contratos de manutenção, é necessário adotar alguns procedimentos específicos. Tendo, como exemplo, o contrato de manutenção por parte da empresa Piclima, em que foi necessário proceder a uma escalpelização de custos de modo a quantificar o custo da manutenção planeada para cada equipamento. Como é possível verificar na Figura 25, o contrato tem um custo anual de 12750 euros; contudo, este valor tem de ser dividido pelos vários equipamentos referentes a este contrato. Esta divisão foi elaborada com base na experiência de técnicos da área de manutenção e no histórico de manutenções preventivas já carregado no CMMS implementado.

Este contrato abrange apenas mão-de-obra e deslocações, sendo assim atribuído 90 % do custo a mão-de-obra e apenas 10 % a deslocações, e os equipamentos que representam um maior peso são as UTA, com 40 % dos 12750 euros, seguidas pelos ventiladores e as vigas de arrefecimento, com 20 e 25 %, respetivamente.

Esta disposição, ou seja, as percentagens escolhidas para cada equipamento poderiam ser selecionadas com base no custo do equipamento, mas o erro seria bastante mais elevado do que pelo método escolhido, pela experiência das intervenções já realizadas.

4.5 Ordens de trabalho

No SMIT existem dois tipos de ordens de trabalho, as ordens de trabalho para intervenções preventivas, que são geradas automaticamente pelo programa, tendo em conta a informação existente no plano de manutenção que gera a OT, tais como as ações a executar, a periodicidade, a realizar por quem ou por qual entidade, entre outras, e existem as OT que são geradas manualmente, durante a intervenção de manutenção que, ao contrário do primeiro tipo, estas apenas se destinam a manutenções corretivas.

Tanto para as OT do primeiro, como do segundo tipo, é necessário realizar um registo que inclua toda a informação importante, técnica e económica, sobre a intervenção em questão.

Este registo destina-se a ser realizado diretamente no SMIT pelo técnico que proceder aos trabalhos, mas enquanto não se reunirem todas as condições para que assim seja, foi desenvolvida uma folha de intervenção que se destina a ser impressa, preenchida pelo técnico e depois registada no programa.

Foram produzidos dois tipos de folhas de intervenção (visíveis no Anexo 7): as que se destinam apenas a um equipamento, e as que se destinam a vários equipamentos da mesma família.

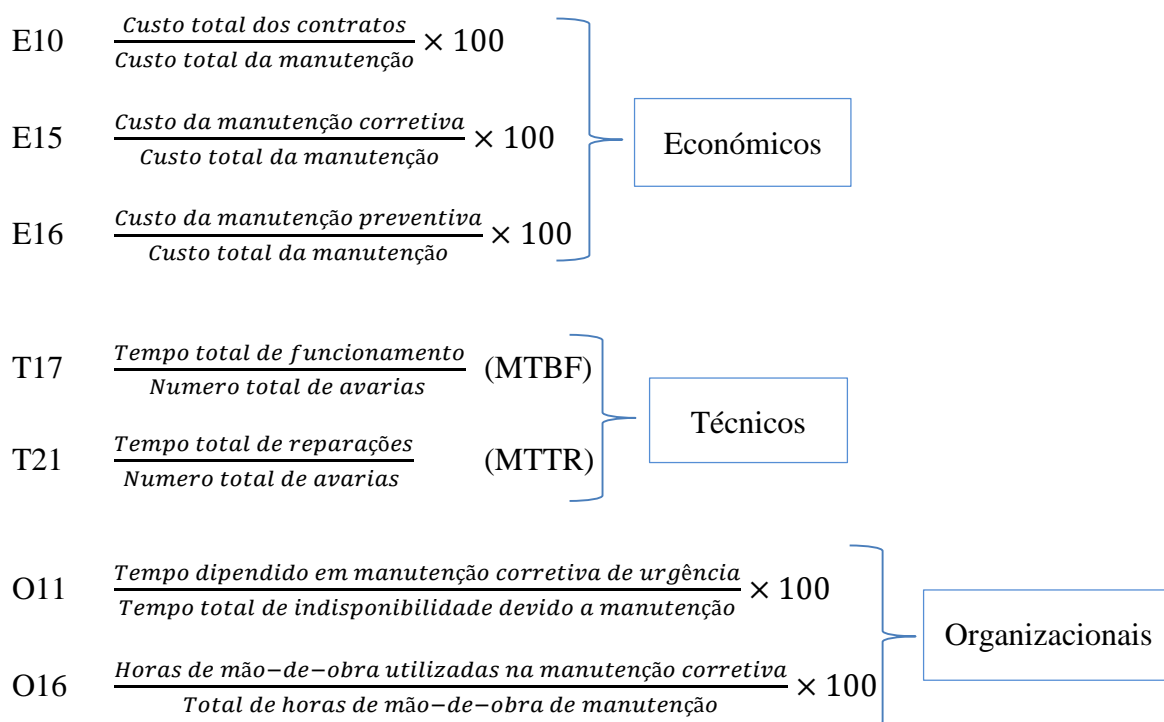
4.6 Indicadores de manutenção

Pode dizer-se que os indicadores (KPI) obtidos são o produto final de todo este processo de organização e gestão da manutenção. São eles que fazem o retrato da eficiência e eficácia dos processos referentes à manutenção.

Segundo a Norma EN 15341 de 2009, os indicadores deverão ser utilizados para:

- Medir o estado;
- Estabelecer comparações (*benchmarking* interno e externo);
- Diagnosticar (análise de pontos fortes e fracos);
- Identificar objetivos e definir metas a alcançar;
- Planear ações de melhoria;
- Medir continuamente os resultados das modificações ao longo do tempo.

Os indicadores podem ser classificados como indicadores económicos, técnicos e organizacionais e, perante o tipo de organização que é aqui mencionada, os que mais se adequam e os de maior importância são os seguintes:



Com recurso a estes dados é possível quantificar os resultados de qualquer ação de melhoria que possa ser implementada e a evolução da manutenção ao longo da vida útil dos equipamentos.

Os indicadores técnicos, nomeadamente o MTBF e o MTTR que definem a capacidade de resposta a avarias e a sua frequência.

Na fase em que encontra o processo de implementação ainda não é possível apresentar estes indicadores, o carregamento de dados existentes em folhas de obra, faturas e outras folhas em formato de papel alusivos a intervenções de manutenção faz com que exista a informação de quando foi realizado, o que foi realizado quanto custou, entre outras, por outro lado não existe registo de quanto tempo teve o equipamento indisponível. Em maior parte dos casos não é possível quantificar quanto tempo despendido no processo de reparação uma vez que as folhas de relatório apresentam as horas de trabalho de num determinado dia por parte de uma entidade prestadora de serviços na unidade, que na maioria abrange mais do que um equipamento.

Portanto, de intervenções passadas não é possível recolher estes dados, mas o futuro deve ser diferente, é necessário criar métodos para que estes dados sejam recolhidos e sejam o mais próximo da realidade, só assim é possível, através dos indicadores, melhorar o método de trabalho relativo à manutenção.

5 CONCLUSÕES

A otimização, do ponto de vista de funcionamento do sistema de água quente, revelou dados positivos, tendo as medidas implementadas para reduzir o consumo de gás sido bem-sucedidas. Contudo, deve ser defendida uma política de melhoria continua havendo espaço para mais medidas que levem a ainda melhores resultados.

A certificação pela norma ISO 9001 é fundamental para qualquer tipo de organização; conduz a um maior aproveitamento dos recursos e a uma maior eficiência na produção do serviço oferecido pela organização.

Relativamente a manutenção de equipamentos, uma das mais importantes ações a realizar, tanto do ponto de vista de implementação da norma como de otimização de recursos, é a implementação de um CMMS; esta ferramenta sendo bem implementada torna possível uma maior eficácia em vários aspetos, como a solução de avarias com base no histórico, e manutenções preventivas com uma periodicidade mais constante.

As intervenções passadas, mais propriamente toda a informação disponível sobre elas foi inserida no programa, neste momento é possível aceder a informação importante que estava distribuída por varias pastas apenas com uma simples pesquisa no SMIT, é possível fazer levantamentos de custos, por datas e por equipamentos. É possível ter a noção de intervenções repetitivas, ou seja avarias crónicas, é possível perante uma avaria saber se no passado já aconteceu algo parecido, portanto já emergem bastantes vantagens e o software ainda não está completamente implementado.

Contudo ficam em falta muitos dados referentes ao histórico, em especial os tempos, tempos de execução de trabalhos e tempos de indisponibilidade, que são sem dúvida importantes para ajudar no principal objetivo da implementação do CMMS, que é a melhoria de todos os processos inerentes à manutenção. Neste caso, e para que possa posteriormente existir uma melhoria, ela só pode ser quantificada recorrendo e comparando KPI's que futuramente serão o foco de quem proceder à continuidade deste trabalho.

As maiores dificuldades encontradas neste processo foram as referentes à reorganização dos dados de modo a criar Ordens de Trabalho o mais completas possível para as intervenções já realizadas, ou seja, reunir informação para que o histórico possa ser uma boa ferramenta de diagnóstico em avarias futuras.

6 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Um dos trabalhos futuros a ter em conta será a implementação de um dispositivo que permitisse um melhor controlo à distância das caldeiras, tendo não só a possibilidade de ligar e desligar, mas também a possibilidade de alterar outros parâmetros, como o *set-point*, o desvio de temperaturas, etc.

Dentro do mesmo setor, outra alteração que poderia ser feita seria a alteração no programa de gestão de edifícios *dosapac* relativamente ao funcionamento das caldeiras, para que, além do que existe atualmente para controlar o funcionamento das caldeiras, os horários, era importante existir um controlo automático que apenas ordenasse o funcionamento se as temperaturas dos depósitos AQS baixassem a uma determinada temperatura, fazendo assim uma melhor otimização do tempo de funcionamento das caldeiras.

Outra ação que levaria à melhoria do processo de manutenção seria a gestão de armazém. Passaria por utilizar o módulo de peças de reserva do SMIT para contabilizar as peças em armazém e gerir as encomendas (o que, quando, a quem, e quanto). Possibilitando perante uma anomalia, e uma vez identificada a peça a substituir, se existe ou não em armazém.

Também, relativamente ao CMMS, ficou por implementar uma opção bastante importante, que é a possibilidade de cada técnico, interno ou externo, que proceda a ações de manutenção, tenha acesso a toda a informação disponível no SMIT que possa ser útil para a intervenção em questão, e que possa registar, em tempo real, todos os dados técnicos relativos a essa mesma intervenção, necessitando assim, por parte do gestor do programa, de verificar a veracidade desses dados e de completar com dados económicos.

Esta realidade está em construção, por meio de uma aplicação em *androide* que permite que os técnicos tenham apenas a informação necessária disponível, e que possam apenas complementar os campos com a informação necessária.

Bibliografia

- NP EN 15341(2009): Manutenção - Indicadores de desempenho da manutenção. Instituto Português da qualidade (IPQ).
- Eichberger, J. (2016). Efficient asset management: how CMMS' can help hospitals manage their assets for results. Anthem Systems LLC.
- Farinha, J. M. (2011). Manutenção - A Terologia e as Novas Ferramentas de Gestão. MONITOR, Lisboa, Portugal. ISBN 978-972-9413-82-7.
- Moreira, S. P. (2011). Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de Estudo. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa (ISEL).
- Prevenção e controlo de legionella nos sistemas de água (2014). Instituto Português da Qualidade em parceria com a EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A 2º Edição 2014.
- Tomé, M. (2014). Análise comparativa de softwares de manutenção. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

ANEXOS

1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

Piso -2

- **Estacionamento**
 - Zona verde
 - ✓ Área técnica 1
 - Zona Amarela
 - ✓ Área técnica 1
 - Área técnica 1.1
 - ✓ Área técnica 2
 - ✓ Área técnica 3
 - ✓ Área técnica 4 (ETAR)

Piso -1

- **Estacionamento**
 - Área técnica 1
 - ✓ Área técnica 1.1
 - Área técnica 1.1.1
 - Área técnica 2
 - Área técnica 3
 - ✓ Área técnica 3.1
- **Túnel**
 - Sala 3 (QE)
 - Sala 4 (QE)
 - Sala 5 (farmácia)
 - Sala 6 (farmácia)
 - Central de vácuo
 - Central de ar comprimido
 - Central de gases medicinais
- **CCTV**
- **IMIC**
- **FERTICENTRO**
- **Área técnica caldeiras**
- **Auditório**
- **Recepção Internamento**
- **Cozinha**

Piso 0

- **UOC**
- **AMP**
- **Esterilização**
 - Sala 1
 - Sala 2
 - Sala 3
- **Área técnica**
- **Cafeteria**

- **Maternidade**
 - Posto
 - Quarto 1
 - Quarto 2
 - Quarto 3
 - Quarto 4
 - Quarto 5
 - Quarto 6
 - Quarto 7
 - Quarto 8
 - Quarto 9
 - Enfermagem
- **Recepção Imacetro**

Piso 1

- **Dermatologia, cirurgia vascular, etc.**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
 - Lasers 3
 - Consultório 4
 - Consultório 5
 - Consultório 6
- **Instituto de cirurgia reconstrutiva (ICR)**
- **Otorrinolaringologia**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
 - Consultório 3
- **Pediatria**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
- **Dentária**
 - Consultório 4
 - Consultório 5
 - Esterilização 4
- **Internamento**
 - Sala de observação
 - Posto
 - Quarto 1
 - Quarto 2
 - Quarto 3
 - Quarto 4
 - Quarto 5
 - Quarto 6
 - Quarto 7
 - Quarto 8
 - Quarto 9
 - Quarto 10
 - Quarto 11
 - Quarto 12
 - Quarto 13
 - Quarto 14
 - Quarto 15
 - Sala de observação (maternidade)
 - Quarto 16 (maternidade)
 - Quarto 17 (maternidade)
 - Quarto 18
 - Quarto 19
 - Quarto 20
 - Quarto 21
- **Blocos operatórios**
 - Recobro
 - Sala adm.
 - Sala indução
 - Sala técnica
 - Sala operatória 1
 - Sala operatória 2
 - Sala operatória 3

Piso 2

- **Cardiologia**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
 - Sala de exames 3
 - Sala de exames 4
- **Blocos**
 - Sala operatória 1
 - Sala operatória 2
 - Recobro
 - Espaço comum
 - Sala adm
- **Balcão de consultas**
- **Consulta**
- **Cuidados intermédios**
- **Internamento**
 - Posto
 - Cuidados intensivos
 - ✓ Sala 1
 - ✓ Sala 2
 - ✓ Sala 3
 - ✓ Sala 4
 - Quarto 1
 - Quarto 2
 - Quarto 3
 - Quarto 4
 - Quarto 5
 - Quarto 6
 - Quarto 7
 - Quarto 8
 - Quarto 9
 - Quarto 10
 - Quarto 11
 - Quarto 12
 - Quarto 13
 - Quarto 14
 - Quarto 15
 - Quarto 16
 - Mini posto
- **Oftalmologia**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
 - Consultório 3
 - Consultório 4
 - Consultório 5
 - Consultório 6
- **Policlínica**
 - Consultório 1
 - Consultório 2
 - Consultório 3
 - Consultório 4
 - Consultório 5
 - Consultório 6
 - Consultório 7
 - Consultório 6
 - Consultório 9
 - Consultório 10
 - Recepção

Cobertura

- **Zona esquerda**
- **Zona direita**
- **Zona esquerda**
- **Secundário**

2 LISTA DE FILTROS PARA UTA

UTA	Quant.	Designação
UTA - Clinica 2N	12	• Pre-filtro - Cassete metalica ondulada G4 370x495x48
	3	• Filtro saco F5 490x740x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Bloco 4	2	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Bloco 1	2	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Bloco 2	2	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Apoio Blocos Piso 1	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 592x490x535 6 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	4	• Filtro absoluto H14 610x610x68
UTA - Apoio Blocos Piso 2	4	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F9 490x390x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	4	• Filtro absoluto H14 610x610x68
UTA - Bloco 5	2	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Bloco 3	2	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 490x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F9 592x490x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - NEO	4	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F9 490x390x535 8 Bolsas c/ aro de 25
UTA - UCI	4	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F9 490x390x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	6	• Filtro absoluto H14 610x610x68
UTA - Cuidados Continuados	8	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 495x495x48
	4	• Filtro saco F5 490x592x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	4	• Filtro saco F5 490x287x535 5 Bolsas c/ aro de 25

UTA	Quant.	Designação
UTA - Obstetricia	2	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 450x450x48
	2	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Entrada maternidade (Fisiatria)	4	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 450x450x48
	2	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro absoluto H14 610x610x68
UTA - Fisioterapia	1	• Pre-filtro - Cassete metálica ondulada G4 330x795x45
	1	• Filtro de bolsas rígidas F7 287x592x292 (2125 m3/h - 1.
UTA - Auditorio	12	• Pre-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x620x48
	3	• Filtro saco F5 592x490x535 6 Bolsas c/ aro de 25
	3	• Filtro saco F5 592x287x535 6 Bolsas c/ aro de 25
UTAN Clinica 1N	12	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 370x495x48
	3	• Filtro saco F5 490x740x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTAN Clinica 1N	12	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x620x48
	3	• Filtro saco F5 592x490x535 6 Bolsas c/ aro de 25
	3	• Filtro saco F5 592x287x535 6 Bolsas c/ aro de 25
UTAN Esterilizacao	2	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro saco F9 490x390x535 8 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro absoluto H13 305x610x292 (2000m3/h - 250 Pa -
UTAN Bar	6	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 445x620x48
	1	• Filtro saco F5 592x592x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F5 592x287x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F5 490x592x360 5 Bolsas c/ aro de 25
UTAN Cozinha	2	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 445x620x48
	1	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x620x48
	2	• Filtro saco F5 592x592x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTAN HOTES	6	• Pre-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x620x48
	3	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	3	• Filtro saco F5 592x287x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Balnearios	2	• Pre-filtro - Cassete metálica ondulada G4 445x450x48
	2	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Clinica 1S	6	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x620x48
	4	• Filtro saco F5 592x592x535 6 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Oftalmologia	2	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 372x372x48
	1	• Filtro de saco F7 792x392x534 c/ aro de 25
UTA - Vigas PMA	1	• Filtro de saco G4 490x490x360 5 bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro de saco G4 592x490x360 5 bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - Clinica 2S	1	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 240x495x48
	1	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 395x495x48
	1	• Pré-filtro - Cassete metálica ondulada G4 495x495x48
	1	• Filtro saco F5 490x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	1	• Filtro saco F5 592x490x535 5 Bolsas c/ aro de 25
UTA - PMA Laboratorio	4	• Filtro saco F5 490x390x535 5 Bolsas c/ aro de 25
	2	• Filtro absoluto H13 305x610x292 (2000m3/h - 250 Pa -

3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO QUEIMADOR DAS CALDEIRAS

Datos Técnicos

Modelo			TECNO 70-G		TECNO 100-G		TECNO 130-G	
Potencia (1)	2ª. llama	kW Mcal/h	465 - 814 400 - 700		698 - 1163 600 - 1000		930 - 1512 800 - 1300	
	mín. 1ª. llama	kW Mcal/h	192 165		232 200		372 320	
Combustible			Gas Natural: G20 - G25					
			G20	G25	G20	G25	G20	G25
- poder calorífico inferior		kWh/Nm³ Mcal/Nm³	10 8,6	8,6 7,4	10 8,6	8,6 7,4	10 8,6	8,6 7,4
- densidad absoluta		kg/Nm³	0,71	0,78	0,71	0,78	0,71	0,78
- caudal máximo		Nm³/h	81	94	116	135	151	175
- presión a caudal máximo (2)		mbar	10,3	15,2	9,3	13,7	8,6	12,7
Funcionamiento			- Intermitente (min. 1 paro en 24 horas) - 2 llamas (2ª y 1ª) o 1 llama (todo-nada)					
Utilización			Caldera: de agua, a vapor y aceite térmico					
Temperatura ambiente		°C	0 - 40					
Temperatura aire comburenté		°C max	60					
Alimentación eléctrica		V Hz	230 - 400 con neutro ~ ±10% 50 - monofásica					
Motor		rpm W V A	2800 1100 220/240 - 380/415 4,8 - 2,8		2800 1500 220/240 - 380/415 5,9 - 3,4		2800 650 220/240 - 380/415 8,8 - 5,1	
Transformador encendido		V1 - V2 I1 - I2	230 V - 1 x 8 kV 1 A - 20 mA					
Potencia eléctrica absorbida		W max	1400		1800		2600	
Grado de protección			IP 44					
Compatibilidad electromagnética			Conforme a la directiva 89/336/CEE (Radiointerferencia)					
Nivel sonoro (3)		dBa	75		77		78,5	
Homologación		CE	0085AP0944		0085AP0945		0085AP0946	

4 PLANOS DE MANUTENÇÃO

Plano de manutenção dos depósitos AQS

Os depósitos AQS, 5 no total, não carecem de intervenções planeadas de manutenção muito significativas, são equipamentos estáticos de mecânica muito simples.

Em seguida estão representadas em tópicos as check list geradas em cada OT para os depósitos AQS e a sua respetiva periodicidade.



Figura 27 - Depósito AQS.

M400



**Figura 26 - Atuador de válvulas
(Catálogo Schneider Electric).**

Periodicidade - Anual

1. Verificar ligações de água;
2. Verificar funcionamento dos atuadores de válvulas;
3. Verificar estado do isolamento;
4. Realizar purga do ar no depósito;
5. Realizar purga da água na base do depósito (30 s).

Plano de manutenção das bombas circuladoras.

As bombas circuladoras assumem um papel importante, uma avaria pode significar uma deficiente climatização, com a temperatura de insuflação do ar fora dos valores pretendidos.



Figura 28 - Bomba circuladora.

Em seguida estão representadas em tópicos as *check list* geradas em cada OT para bombas recirculadoras e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Trimestral

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anormais;
2. Verificar empanque e bucins;
3. Verificar retentores.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anormais;
2. Verificar empanque e bucins;
3. Verificar retentores;
4. Medir e registar os consumos elétricos;
5. Verificar contactos elétricos.

Periodicidade - Anual

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anormais;
2. Verificar empanque e bucins;
3. Verificar retentores;
4. Medir e registar os consumos elétricos;
5. Verificar contactos elétricos;
6. Verificar o estado de contaminação, deterioração e corrosão;
7. Limpar filtros de água.

Apesar de serem mais direccionados para bombas circuladoras, estes planos também são aplicados a bombas de pressurização de água potável, a bombas dos sistema de rega que bombeia água armazenada em depósitos proveniente das chuvas e de bombas do grupo de emergência para incêndios.

Plano de manutenção dos Ventiladores



Figura 29 - Ventilador de extração.



Figura 30 - Ventilador de estacionamento.

Existem vários tipos de ventiladores no edifício, para diferentes funcionalidades, mas apesar disso a base de funcionamento é a mesma e por isso os planos de manutenção também são os mesmos.

Periodicidade - Trimestral

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o estado das correias e ajustar, se necessário;
3. Verificar o sistema de regulação e controlo;
4. Verificar estado das polies.
- 5.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o estado das correias e ajustar, se necessário;
3. Verificar o sistema de regulação e controlo;
4. Verificar estado das polies;
5. Lubrificar órgãos móveis;
6. Verificar ligações elétricas;
7. Medir e registar consumos elétricos.

Periodicidade - Anual

1. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
2. Verificar o estado das correias e ajustar, se necessário;
3. Verificar o sistema de regulação e controlo;
4. Verificar estado das polies;
5. Lubrificar os órgãos móveis;
6. Verificar ligações elétricas;
7. Medir e registar consumos elétricos;
8. Verificar eventuais corrosões;
9. Limpar o interior da unidade (sem desmontar os componentes).

Plano de manutenção do Ar Condicionado

Pelo fato da climatização do hospital estar maioritariamente ao abrigo das unidades de tratamento de ar, os sistemas de ar condicionado são poucos e localiza-se mais em zonas administrativas, contudo representam uma elevada prioridade em questões de manutenção, uma vez que podem por em causa as condições de trabalho dos colaboradores.

Os planos posteriormente referidos são relativos ao conjunto de AC, portanto à unidade exterior à unidade interior (split).

Periodicidade - Trimestral

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
3. Verificar o equipamento de regulação e controlo;
4. Verificar o estado de contaminação, deterioração e corrosão;
5. Verificar estado das polies;
6. Verificar funcionamento do compressor;
7. Limpar filtros de ar.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
3. Verificar o equipamento de regulação e controlo;
4. Verificar o estado de contaminação, deterioração e corrosão;
5. Verificar estado das polies;
6. Verificar funcionamento do compressor;
7. Limpar filtros de ar.

8. Verificar e limpar ventiladores
9. Verificar e limpar tabuleiro de condensados
10. Verificar estado das baterias

Periodicidade - Anual

1. Verificar as ligações elétricas;
2. Verificar da existência de ruídos e vibrações anómalas;
3. Verificar o equipamento de regulação e controlo;
4. Verificar o estado de contaminação, deterioração e corrosão;
5. Verificar estado das polies;
6. Verificar funcionamento do compressor;
7. Limpar filtros de ar;
8. Verificar e limpar ventiladores;
9. Verificar e limpar tabuleiro de condensados;
10. Verificar estado das baterias;
11. Reapertar os contactos elétricos;
12. Medir e registar os consumos elétricos;
13. Verificar eventuais fugas;
14. Limpar no geral do interior da unidade.

5 EQUIPAMENTOS DE SUPORTE DE ENERGIA ELÉTRICA

Plano de manutenção dos Transformadores



Figura 31 - Transformador.

Na Figura 31 está representado um dos 5 transformadores presentes no posto de transformação da Idealmed. Fazem parte da exploração de instalações elétricas, equipamentos como este, por lei necessitam de uma pessoa responsável com as devidas habilitações, que anualmente deve elaborar um relatório as condições de toda a instalação elétrica, procedendo a vários testes como medição dos valores de resistência das terras.

Periodicidade - Semestral

1. Limpar o exterior dos transformadores e do espaço envolvente.

Periodicidade - Anual

1. Limpar o exterior dos transformadores e do espaço envolvente;
2. Verificação das instalações por parte do Engenheiro responsável.

Periodicidade - 4 anos

1. Efetuar a medição dos valores de resistência das terras, antes do início dos trabalhos no posto de transformação;
2. Reapertar as ligações elétricas das celas MT e respetivos barramentos;
3. Limpar o posto de transformação sala, paredes, tetos e redes metálicas;
4. Limpar os barramentos MT e respetivos elementos de suporte e isolamento;
5. Limpar todos os órgãos de corte e/ou proteção;
6. Verificar o estado de conservação da silicagel (quando aplicável);

7. Realizar a manutenção geral (afinação, lubrificação, etc.) dos órgãos de corte e respectivos comandos;
8. Verificar as ligações e reapertar todas as ligações de cabos e barramentos;
9. Verificar e lubrificar as dobradiças, fechaduras e fechos de portas interiores e exteriores de acesso à instalação;
10. Verificar o estado de iluminação geral e de emergência do posto de transformação;
11. Verificar a existência de equipamento auxiliar (luvas e tapete adequados à tensão de serviço, mapa de primeiros socorros, quadro primeiros socorros, mapa de registo de terras, saca fusíveis, lanterna de emergência, etc).

Plano de manutenção das UPS



Figura 32 - Gerador geral.

As UPS são equipamentos que funcionam em parceria com o gerador normal, asseguram o fornecimento de energia elétrica em áreas críticas, como blocos operatórios ou servidores informáticos, uma vez que o gerador leva alguns segundos a arrancar, e estas áreas não devem ter nenhuma interrupção.

No total existem 6 UPS que recorrem a baterias para fornecer energia quando são solicitadas.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar tensões de entrada e saída;
2. Verificar frequências de entrada e saída;
3. Efetuar inspeção às baterias;
4. Efetuar limpeza dos terminais das baterias;
5. Lubrificar os terminais das baterias;
6. Verificar eventuais pontos de corrosão nas baterias;
7. Efetuar afinações nas cartas de controlo e comando;
8. Verificar condição dos ventiladores;
9. Verificar condição dos retificadores;
10. Verificar condição dos inversores;
11. Efetuar limpeza geral à unidade.

Periodicidade - Anual

1. Verificar e limpar a UPS
2. Ler e registar as grandezas elétricas (a efetuar com a UPS em serviço)
 - Tensão, Corrente, THD
 - Lista de alarmes mais significativos
3. Inspeccionar visualmente
4. Verificar os ventiladores
5. Verificar os apertos nos terminais das baterias
6. Verificar condensadores
7. Verificar condensadores de filtragem
8. Verificar elementos magnéticos
9. Verificar contactores e contactos auxiliares
10. Verificar fichas de ligação (eletrónica potencia e controlo)
11. Ler e/ou reajustar valores U_{Floating} e U_{inv}
12. Verificar sincronismo rede inversor
13. Testar a transferência via bypass estático
14. Analisar e registar lista de alarme
15. Verificar o interface de comunicação
16. Verificar os valores de leitura no display
17. Realizar um reset aos alarmes e verificar os parâmetros
18. Testar a autonomia e medir valores
 - ciclo de descarga das baterias
 - Verificar a tensão DC para baterias
 - Verificar a tensão AC de saída
 - Ajustar na UPS, os parâmetros das baterias (de acordo com os teste efetuados).

Plano de manutenção dos Quadros elétricos



Figura 33 - Quadro elétrico

A manutenção dos quadros elétricos apesar de ser banalizada é bastante importante, em vários casos, a causa de avarias dos equipamentos deve-se à falta de aperto das ligações nos quadros elétricos.

Periodicidade - Semestral

1. Verificar o estado geral da aparelhagem;
2. Verificar os sinalizadores de funcionamento e alarme;
3. Verificar as tensões no barramento;
4. Comprovar o funcionamento da aparelhagem;
5. Verificar e testar as proteções térmicas.

Periodicidade - Anual

1. Verificar o estado geral da aparelhagem;
2. Verificar os sinalizadores de funcionamento e alarme;
3. Verificar as tensões no barramento;
4. Comprovar o funcionamento da aparelhagem;
5. Verificar e testar as proteções térmicas;
6. Verificar e reapertar as ligações elétricas nas réguas, contactores e disjuntores;
7. Efetuar revisão geral da cabelagem interior;
8. Efetuar limpeza geral ao quadro.

6 EQUIPAMENTOS DE ESTERILIZAÇÃO

O departamento de esterilização conta com quatro equipamentos que apresentam um impacto significativo, tanto do ponto de vista de consumo elétrico, como do ponto de vista da manutenção; dois autoclaves da marca Matachana sc500 e duas máquinas de lavar da marca Steelco ds 600.

As máquinas de lavar Steelco têm como função a primeira fase de preparação dos utensílios para esterilização, que consiste na sua lavagem, recorrendo a jatos de água em múltiplas direções e com detergentes específicos.



Figura 34 - Máquinas de lavar.

Na segunda fase, e depois de lavados, os utensílios passam para o autoclave, que é o equipamento que executa a esterilização. Recorre a ciclos de temperatura e pressão alternadamente; o modelo em apreço dispõe de resistências que, no total têm 18 KW de potência, atingindo pressões que rondam os 3 bar e temperaturas que podem atingir valores de 134 °C.

Estes equipamentos têm um uso bastante intensivo, fazendo cada um, em média 6 ciclos por dia, em que cada ciclo demora, em média 45 minutos.



Figura 35 - Autoclave Nº1 (esquerda) e autoclave Nº2 (direita).

Futuramente e afinando os recursos que já existem, nomeadamente o programa de gestão de consumos elétricos, o Janus. Com a ajuda deste programa é possível traçar um regime de funcionamento, e a partir disso determinar se o equipamento se encontra com alguma avaria ou se apresenta elevado desgaste nos componentes mecânicos e será necessário proceder a uma intervenção de manutenção que num extremo pode levar à substituição de algumas peças.

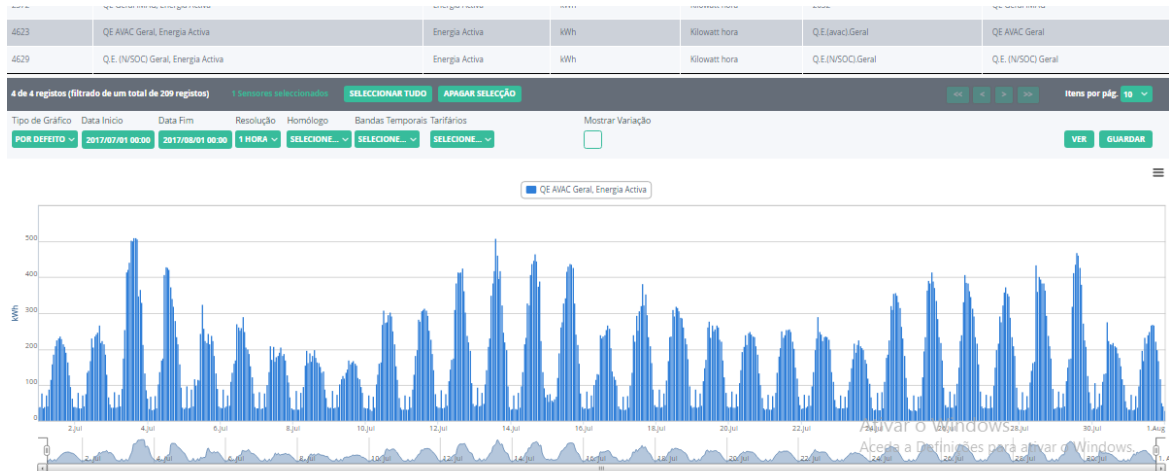


Figura 36 - JANUS - Gráfico de consumo geral de AVAC

Plano de manutenção dos Autoclaves

Em seguida estão representadas em tópicos as *checklist* geradas em cada OT para os autoclaves e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade – Trimestral

1. Verificar da existência de ruídos ou vibrações anómalas;
2. Verificar funcionamento;
3. Verificar da existência de fugas.

Periodicidade - Semestral

1. Limpar o purgador termostático da recâmara. (Para a sua limpeza é necessário extrai-lo da máquina e limpa-lo debaixo de água corrente deixando passar a água através do mesmo em direção contrária à passagem de fluxo);
2. Vazar os depósitos de água (T1 e T2) para proceder à sua limpeza;
3. Comprovar, limpar e regular se for preciso, todas as válvulas de retenção do sistema (VR), as válvulas manuais (VM), as válvulas solenoide (YV) e as válvulas pneumáticas (NV);
4. Comprovar e ajustar, se for preciso, os pressostatos (PS);
5. Verificar o indicador de temperatura comparando o valor indicado na pantalha com o valor medido por um termómetro de referência. Ajustá-lo se necessário;
6. Verificar o indicador de pressão comparando o valor indicado com o valor medido por um indicador de pressão de referência, (preferencialmente um de pressão absoluta). Ajustá-lo se necessário.

Periodicidade - Anual

1. Substituir o filtro estéril (ST6);
2. Limpar o corpo e o atuador das válvulas de segurança (SV);
3. Comprovar as bombas (P) e limpar o calcário ou incrustações das turbinas
4. Examinar e, se caso necessário, limpar as incrustações calcárias que se possam ter depositado nas tubagens e no gerador de vapor;
5. Verificar que os ciclos se desenvolvem corretamente efetuando um teste de vazio, um teste B-D, e um programa a 121 °C e outro programa a 134 °C sem carga. Estes programas só confirmam que o esterilizador funciona corretamente, mas não excluem a obrigação de validar os processos de esterilização segundo a normativa vigente em cada país.

Periodicidade - 5 anos

6. Realizar teste de acordo com a normativa relativa aos equipamentos sob pressão, em que efetuar-se uma prova hidrostática dos diferentes recipientes sob pressão do esterilizador;
7. Realizar teste de funcionamento com uma pressão de prova de 5.4 bar, enquanto o gerador de vapor deve ser sujeito a uma pressão de 7.8 bar.

Plano de manutenção das Máquinas de lavar

Em seguida estão representadas em tópicos as *checklist* geradas em cada OT para as máquinas de lavar e a sua respetiva periodicidade.

Periodicidade - Trimestral

1. Verificar da existência de ruídos ou vibrações anómalas
2. Verificar funcionamento
3. Verificar da existência de fugas

Periodicidade - Anual

1. Limpar os diafragmas das válvulas solenoide, e substituí las caso necessário;
2. Limpar o termostato;
3. Substituir membrana nas bombas de doseamento.

MODELO

REGISTO DE INTERVENÇÃO 120



TÉCNICO: _____

DATA: _____

ENTIDADE: _____

DESIGNAÇÃO DO EQUIPAMENTO	CÓDIGO ID	FREQ. DE MANUTENÇÃO	ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS	PEÇAS UTILIZADAS	TEMPO (h)

Código
Mod058

Versão
1

Modelo

Relatório de Intervenção 30

IDEALMED[®]

ENTIDADE

EQUIPAMENTO

DESIGNAÇÃO: _____ CODIGO: _____

DATA

HORA INICIO

HORA FIM

Nº DE HORAS

NATUREZA DA INTERVENÇÃO

PREVENTIVA

CORRETIVA

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

PEÇAS UTILIZADAS

O TÉCNICO DE MANUTENÇÃO

Código
Mod050

Versão
1