

Instituto Politécnico do Porto
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO
Departamento de Física

Metodologias e Ferramentas da Gestão da Manutenção e da Metrologia numa Unidade Hospitalar

Joel Soares Pinto da Rocha

Dissertação apresentada no Instituto Superior de Engenharia do Porto para a obtenção
do grau de mestre em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica

Orientador ISEP: Doutor Carlos Ramos

Orientador Externo: Eng. Carlos Patrício

Outubro 2014

Resumo

A metrologia na saúde tem um elevado grau de importância no quotidiano hospitalar dado que muitas decisões são tomadas com base em medições. Além disso, a constante evolução tecnológica na área da saúde e o número crescente de parâmetros fisiológicos dos equipamentos médicos exige a constante preocupação com o controlo metrológico. Assim, o funcionamento eficiente destes poderá contribuir para a segurança, uma melhor e mais rápida recuperação do doente e, conseqüentemente, um aumento do tempo de vida do equipamento, o que por sua vez se reflete numa maior economia de custos.

A otimização de protocolos de metrologia em saúde, a elaboração de planos de controlo para validação de equipamentos médicos-hospitalares, a sensibilização de profissionais de saúde para o controlo metrológico, assim como o conhecimento das aplicações informáticas da organização são essenciais para uma eficaz gestão da manutenção hospitalar.

O Serviço de Instalações e Equipamentos do Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, trabalha no sentido de assegurar uma resposta rápida, otimizada e eficiente para satisfazer as necessidades hospitalares através da aplicação de metodologias e ferramentas da qualidade destinadas à metrologia em saúde. Assim, o objetivo principal deste trabalho é apresentar metodologias e ferramentas aplicadas no controlo de parâmetros de equipamentos médico-hospitalares tais como, dispositivos de infusão, monitores de sinais vitais, eletrocardiógrafos, cardiocógrafos, desfibriladores, incubadoras, aparelhos de fototerapia, bem como, o processo de gestão da manutenção aplicado pelo Serviço de Instalações e Equipamentos. Neste sentido foi possível demonstrar que o controlo metrológico é de extrema importância para uma instituição hospitalar.

Palavras-chave: Metrologia na Saúde, Gestão de Manutenção, Manutenção Preventiva, Serviço de Instalação de Equipamentos.

- Esta página está em branco porpositadamente -

Abstract

The Metrology in Health has a high degree of importance in the everyday hospital since many decisions are made based on measurements. Furthermore, the constant technological development in health care and the growing number of physiological parameters of medical equipment requires constant concern for the metrological control. Thus, these efficient functioning may contribute to the security, better and faster recovery of the patient and hence increase the lifetime of the equipment, which in turn is reflected in increased cost savings.

The optimization of metrology health protocols, the preparation of control strategies for the validation of medical and hospital equipment, the awareness by the health professionals for the metrological control, as well as, the knowledge of computer applications in the organization are essential to the efficient management in hospital maintenance.

The Installations and Equipment Service of the Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, works to ensure a rapid, optimized and effective response to fulfill hospital needs through the application of methodologies and tools of quality intended for metrology in health. Thus, the main objective of this paper is to present methodologies and tools applied in the control parameters of medical equipment, such as, infusion devices, vital signs monitors, electrocardiographs, cardiocograph, defibrillators, incubators, phototherapy devices, as well as, the maintenance management process applied by the Installations and Equipment Service. In this sense it was possible to demonstrate that the metrological control is of utmost importance to a hospital.

Keywords: Metrology in Health, Management Maintenance, Preventive Maintenance, Installations and Equipment Service.

- Esta página está em branco propositadamente -

Agradecimentos

Gostaria de prestar alguns agradecimentos àquelas pessoas que, de alguma forma, me ajudaram na realização deste trabalho:

Ao Engenheiro Carlos Patrício, o meu muito obrigado pela orientação, preocupação e apoio prestados durante o estágio curricular, pelo seu profissionalismo, experiência, dedicação e referência que é para mim.

Aos técnicos Bruno Ferreira, Óscar Moreira, Marco Teixeira e José Manuel Moreira aos quais agradeço todos os ensinamentos ao longo do estágio.

Ao técnico José Nunes e à Engenheira Núria Moreira, o meu grande agradecimento por me terem recebido e me terem aceiteado na equipa de trabalho. Pelos conhecimentos, pelo tempo despendido, pela amizade e por todo o apoio que transmitiram durante este estágio.

Ao Dr Pedro Martins e à Soraia pela ajuda, disponibilidade e por toda a informação sobre o Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa disponibilizada.

Aos excelentes profissionais do SIE pela sua simpatia e partilha de conhecimentos.

Um especial agradecimento ao Professor Doutor Carlos Ramos, pelo empenho, orientação, críticas, sugestões, pelo tempo despendido e por ter aceiteado a orientação do meu trabalho.

Este trabalho não teria sido possível se não fosse a minha família, pai, mãe, João e tio, que me ajudaram a concretizar este meu sonho académico e por todas as coisas boas que me tem proporcionado ao longo da minha vida.

À minha namorada, Virgínia, pelo apoio incondicional, por me ter acompanhado e incentivado ao longo desta etapa da minha vida.

Aos meus amigos, pela amizade construída e pelos momentos de descontração, que de algum modo contribuíram para a realização das diversas tarefas deste meu trabalho, o meu Muito Obrigado.

- Esta página está em branco propositadamente -

“ O Homem que tem presunção e brio de si próprio só sente verdadeira alegria ao vencer as grandes dificuldades. “

António de Oliveira Salazar

- Esta página está em branco propositadamente -

Índice

Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Abreviaturas e Símbolos	xvii
Glossário	xix
Capítulo 1	1
Introdução	1
1.1 Enquadramento e Objetivos	2
1.2 Organização do Relatório	4
1.3 Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa	4
1.3.1 Unidade Hospitalar Padre Américo.....	6
1.3.2 Unidade Hospitalar de Amarante	7
1.3.3 Serviço de Instalação de Equipamentos	8
1.3.4 Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina.....	10
Capítulo 2	13
Gestão da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares	13
2.1 Manutenção Preventiva dos Equipamentos Hospitalares.....	15
2.1.1 Manutenção Preventiva Sistemática.....	18
2.1.2 Manutenção Preventiva Condicionada.....	18
2.2 Manutenção Corretiva dos Equipamentos Hospitalares.....	18
2.2.1 Manutenção Paliativa	20
2.2.2 Manutenção Curativa	20
2.3 Ordens de Trabalho	20
2.4 Calibração Verificação	22

Capítulo 3	23
<i>Softwares Informáticos do Serviço de Instalações e Equipamentos</i>	23
3.1 Fluke Biomedical Ansur.....	24
3.2 Hydrograph.....	25
3.3 Testo Confort.....	25
3.4 Incubator Analyser	26
3.5 Manutenção Assistida por Computador	26
Capítulo 4	27
Equipamentos de Teste.....	27
4.1 Analisador de Dispositivos de Infusão: IDA 4 Plus Fluke.....	27
4.2 Analisador de Pressão Não-Invasiva: Cufflink Fluke	28
4.3 Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke	29
4.4 Simulador de Saturação de Oxigénio no Sangue (SpO ₂): Index 2 Fluke.....	30
4.5 Analisador de Desfibrilhadores: 7000DP Fluke.....	31
4.6 Simulador Fetal: PS320 Fluke.....	32
4.7 Medidor de Temperatura: 177-T4 Logger Testo.....	32
4.8 Analisador de Incubadoras: INCU TM Fluke	33
4.9 Analisador de radiação: DALE40 Fluke	34
4.10 Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke	34
4.11 Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke.....	35
4.12 Analisador electrocirurgico: QA-ES Série II Fluke	36
Capítulo 5	37
Trabalho Desenvolvido no Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina.....	37
5.1 Manutenções Preventivas	38
5.1.1 Monitores de Sinais Vitais	39
5.1.2 Dispositivos de Infusão	41
5.1.3 Aspirador de Secreções	46
5.1.4 Desfibrilhador.....	47
5.1.5 Eletrobisturi	49
5.1.6 Ventilador	51
5.1.7 Eletrocardiógrafos	54
5.1.8 Cardiotocógrafos	56

5.1.9	Frigoríficos de Medicação.....	58
5.1.10	Aparelho de fototerapia.....	59
5.1.11	Incubadoras.....	61
5.1.12	Insuflador de ar quente.....	63
5.1.13	Teste de Segurança Elétrica.....	64
5.2	Trabalho Teórico.....	65
5.2.1	Poster.....	65
5.2.2	Folhetos Informativos.....	65
5.2.3	Conferência.....	66
5.2.4	Planos de Controlo e Validação.....	66
5.2.5	Iniciação à Implementação do Gestor Local de Equipamentos Médicos e Reserva de Equipamentos.....	67
Capítulo 6	69
Conclusão	69
Referências Bibliográficas	71
Anexos	i

- Esta página está em branco propositadamente -

Lista de Figuras

Figura 1 Organograma do Ministério da Saúde. [8].....	5
Figura 2 Organograma da instituição. Adaptado de [6].	6
Figura 3 Unidade Hospitalar Padre Américo.	7
Figura 4 Unidade Hospitalar de Amarante.....	8
Figura 5 Organograma do SIE.	9
Figura 6 Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina.....	11
Figura 7 Etiqueta com número de inventário de um equipamento utilizado no CHTS.....	14
Figura 8 Tipos de manutenção.	15
Figura 9 Etiqueta de manutenção preventiva de um equipamento utilizado no CHTS.....	17
Figura 10 Janela do MAC, abertura da OT.	21
Figura 11 Janela do MAC, fecho da OT.	21
Figura 12 Analisador de dispositivos de infusão: IDA4 Plus Fluke e o respetivo <i>software</i> Hydrograph.	28
Figura 13 Analisador de Pressão Não Invasiva: Cufflink e simuladores de braço.....	29
Figura 14 Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke.	30
Figura 15 Simulador de Saturação de Oxigénio (SpO ₂): Index 2 Fluke.	31
Figura 16 Analisador de Desfibrilhadores: 7000DP Fluke	31
Figura 17 Simulador Fetal: PS320 Fluke e respetivo coração mecânico.	32
Figura 18 Medidor de Temperatura: 177-T4 Logger Testo e respetivo <i>software</i>	33
Figura 19 Analisador de Incubadoras: INCU TM Fluke e respetivo <i>software</i>	33
Figura 20 Analisador de radiação: Dale40 Fluke.	34

Figura 21 Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke.	35
Figura 22 Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke.	36
Figura 23 Analisador eletrocirúrgico: QA-ES Série II Fluke.	36
Figura 24 Gráfico representativo das manutenções preventivas realizadas.	38
Figura 25 Monitor de sinais vitais e respetivos equipamentos de teste.	39
Figura 26 Bomba de infusão peristáltica linear.	42
Figura 27 Bomba de infusão automática de seringas.	43
Figura 28 Percentagem de dispositivos de infusão que foram sujeitos a manutenção corretiva.	45
Figura 29 Aspirador de secreções.	46
Figura 30 Desfibrilhador e respetivo equipamento de teste.	47
Figura 31 Eletrobisturi e respetivo equipamento de teste.	50
Figura 32 Ventilador e respetivo equipamento de teste.	52
Figura 33 Eletrocardiógrafo e respetivo equipamento de teste.	55
Figura 34 Cardiotocógrafo e respetivo equipamento de teste.	56
Figura 35 Frigorífico de medicação e respetivo equipamento de teste.	58
Figura 36 Aparelho de Fototerapia e respetivo equipamento de teste.	59
Figura 37 Incubadora e respetivo equipamento de teste.	61
Figura 38 Insuflador de ar quente.	63

Lista de Tabelas

Tabela 1 Testes efetuados nos monitores de sinais vitais.....	40
Tabela 2 Testes efetuados nas bombas de infusão peristáltica linear e bomba de infusão automática de seringa.....	43
Tabela 3 Testes efetuados no aspirador de secreções.....	46
Tabela 4 Testes efetuados no desfibrilhador.....	48
Tabela 5 Testes efetuados no eletrobisturi.....	50
Tabela 6 Testes efetuados no ventilador.....	53
Tabela 7 Testes efetuados no electrocardiógrafo.....	55
Tabela 8 Testes efetuados no cardiotocógrafo.....	56
Tabela 9 Testes efetuados no frigorífico de medicação.....	58
Tabela 10 Testes efetuados no aparelho de fototerapia.....	60
Tabela 11 Testes efetuados no aparelho de fototerapia.....	62
Tabela 12 Testes efetuados no insuflador de ar quente.....	64

- Esta página está em branco propositadamente -

Abreviaturas e Símbolos

ARS	Administração Regional de Saúde
AVAC	Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado
BPM	Batimentos Por Minuto
CHTS	Centro Hospitalar Tâmega e Sousa
ECG	Eletrocardiograma
EPE	Entidade Público Empresarial
GLEM	Gestor Local de Equipamentos Médicos
GMOE	Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina
MAC	Manutenção Assistida por Computador
OT	Ordem de Trabalho
PCA	Controlo Analgésico do Paciente
PNI	Pressão Não Invasiva
RE	Reserva de Equipamentos
RPM	Respirações Por Minuto
RSP	Respiração
SIE	Serviço de Instalações e Equipamentos
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SpO ₂	Saturação de Oxigénio no Sangue Arterial
TAC	Tomografia Axial Computorizada
UHA	Unidade Hospitalar de Amarante
UHPA	Unidade Hospitalar Padre Américo
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia

- Esta página está em branco propositadamente -

Glossário

Calibração: comparação entre dois dispositivos ou sistemas de medição que apresentam uma relação conhecida de acordo com um padrão certificado.

Confiabilidade Metrológica: Capacidade de ter certeza e confiança nos resultados obtidos através de medições.

Controlo Metrológico: Conjunto de atividades de controlo efetuado aos instrumentos de medição.

Medição: Processo experimental para obter um ou mais valores razoavelmente atribuíveis a uma grandeza.

Metrologia: Ciência da Medição e suas aplicações.

Parâmetros Metrológicos: Parâmetros característicos de um sistema de medição.

Rastreabilidade Metrológica: Propriedade de um resultado de medição através da qual o resultado pode ser relacionado a uma referência por intermédio de uma cadeia ininterrupta e documentada de calibrações, cada uma contribuindo para a incerteza de medição.

Validação: Verificação de que os requisitos especificados são adequados para determinado uso.

Verificação: Obtenção de evidência objetiva de que uma dada entidade satisfaz requisitos especificados.

- Esta página está em branco propositadamente -

Capítulo 1

Introdução

A Metrologia, como ciência da medição, depende de uma série de procedimentos nas atividades do quotidiano da sociedade, desempenhando por isso um papel fundamental [1]. Contudo, apesar da sua notória importância, realçando o avanço metrológico na área científica e industrial, a aplicação da metrologia na área da saúde é ainda bastante incipiente [2]. A acelerada evolução da tecnologia nesta área, permitiu desenvolver equipamentos médico-hospitalares mais complexos, caracterizados atualmente pelo crescente número de medições de parâmetros fisiológicos. Como tal, estes equipamentos são essenciais para o diagnóstico, caracterização de riscos, tratamento e acompanhamento da evolução clínica dos utentes numa instalação hospitalar. Neste contexto, com a evolução da tecnologia, aumenta também a exigência na segurança durante a utilização destes equipamentos e a sua gestão nos ambientes hospitalares [2, 3].

Em Portugal, mais de 50% dos hospitais apresentam sistemas de gestão da qualidade implementados, mas apesar disso, os referenciais aplicados são pouco exigentes em relação à rastreabilidade metrológica. Nomeadamente, nos equipamentos médicos verifica-se que a abordagem metrológica é aplicada fora de um âmbito obrigatório, variando em função dos conhecimentos de quem a aplica. Assim, como não existe uma monitorização metrológica em conformidade com os requisitos estabelecidos como nas restantes áreas onde a metrologia já é aplicada, (área científica e industrial), o acesso às características e desempenho metrológico dos equipamentos médico-hospitalares torna-se uma tarefa dificultada [4].

Especificamente na área da saúde, devido ao risco inerente à prática no uso destes equipamentos nas instalações hospitalares, e ao posterior resultado baseado na medição efetuada, as corretas medições na saúde apresentam a possibilidade de se efetuar um diagnóstico fundamentado por resultados credíveis. Isto é, por variadas razões, as medições obtidas dos equipamentos médico-hospitalares podem apresentar variabilidade, que podem conduzir a erros de diagnóstico e de tratamento, comprometendo tanto a segurança e condição clínica do paciente, como a possibilidade de o desnecessário uso de recursos hospitalares. Assim, é

fundamental que a medição efetuada seja de máxima confiança [5]. Deste modo, o Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE) do Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, Entidade Público Empresarial (CHTS, EPE) tem apostado numa política de manutenção preventiva, incluindo a metrologia na saúde com parte integrante do seu dia a dia.

1.1 Enquadramento e Objetivos

O objetivo primordial do presente documento é demonstrar e explicar as ferramentas e metodologias usadas na gestão da manutenção, nas manutenções preventivas executadas no CHTS e o trabalho desenvolvido para a implementação/consolidação do Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina (GMOE).

O SIE do CHTS, exerce uma atividade dinâmica, com meios próprios e/ou subcontratados, adequada às políticas superiormente estabelecidas.

Neste sentido, o SIE, desde 2011 tem vindo a desenvolver a criação do GMOE, tendo começado por adquirir equipamentos de teste que permitem analisar e testar o desempenho de vários dispositivos médicos e garantir o rigor das medições, assim como o desenvolvimento e implementação de processos e metodologias inerentes às boas práticas de utilização destes equipamentos.

Desta forma, com os recursos alcançados (materiais e humanos) e a reformulação dos procedimentos de trabalho do setor de eletromedicina, foi possível ao CHTS diminuir gradualmente as contratualizações externas relativas às manutenções dos equipamentos de eletromedicina, alcançando-se ganhos económicos bastante consideráveis.

Atualmente, o SIE praticamente assegura a manutenção integral dos equipamentos de eletromedicina, desde a manutenção preventiva à corretiva, exceção feita aos equipamentos pesados e alguns equipamentos de imagiologia (por exemplo: TAC's, Angiógrafo, Mamógrafo, outros).

Os equipamentos de teste adquiridos em 2011 para implementação do GMOE foram:

- Analisador de segurança elétrica.
- Analisador de pressão não invasiva;
- Analisador de dispositivos de infusão;
- Medidor de temperatura;
- Simulador de SpO₂;
- Simulador de ECG;
- Simulador de desfibriladores;
- Simulador fetal;

No âmbito do trabalho desenvolvido, a primeira parte do estágio, incidiu na aprendizagem da utilização destes equipamentos de teste, especificamente na participação e realização de

manutenções preventivas. Assim como, na posterior elaboração de relatórios de apoio à manutenção preventiva no CHTS. No seguimento da realização das manutenções preventivas, foi adquirido conhecimento sobre os *softwares* informáticos que acompanham os equipamentos, e todas as funções e práticas inerentes à gestão da manutenção.

No final de 2013, o SIE, adquiriu mais quatro equipamentos de teste, que foram:

- Analisador de incubadoras;
- Analisador de fluxo de gás;
- Analisador eletrocirurgico.
- Analisador de radiação.

Similarmente, na segunda parte do estágio foram adquiridos conhecimentos acerca destes quatro equipamentos de teste, não só no âmbito do trabalho desenvolvido na manutenção preventiva, mas também na sua implementação no GMOE, nomeadamente na realização de *templates* referente a cada tipo de equipamento e respetivas características (marca e modelo).

Desta forma, durante os 6 meses de estágio foi conhecida a realidade hospitalar, nomeadamente através das manutenções realizadas em diversos serviços.

No âmbito do estágio, foram frequentadas algumas ações de formação nomeadamente no âmbito do controlo de infeção, proteção contra radiações ionizantes e higiene e segurança no manuseamento de produtos químicos. Ainda, para implementação do GMOE, foram desenvolvidos alguns projetos relativamente à importância da manutenção preventiva, da metrologia na saúde e da higiene e segurança no manuseamento de equipamento hospitalar. Assim como a realização de um poster e dois folhetos informativos para posterior distribuição pelos serviços do hospital. Além disso, foi também submetida e aceite a candidatura para apresentação oral na conferência referente ao III Encontro de Metrologia do Instituto Português da Qualidade, em outubro, cujo tema é “Metrologia na Saúde”, tendo como objetivo a divulgação das práticas inovadoras da metrologia na saúde realizadas pelo SIE do CHTS. No contexto de trabalho desenvolvido, foi ainda elaborado um plano de controlo e validação para sistemas de infusão e monitores de sinais vitais. Este plano teve como objetivo, facilitar o recurso às informações dos parâmetros, necessários durante as manutenções preventivas nos serviços do CHTS. Por fim, foi ainda iniciado a conceção de ideias para a implementação do Gestor Local de Equipamentos Médicos (GLEM) e a reserva de equipamentos (RE) com vista a melhoria da gestão dos equipamentos hospitalares.

Em suma, como complemento à formação e aprendizagem adquiridas durante o mestrado, e de maneira a desenvolver aptidões futuras em âmbito profissional o estágio realizado teve como principais objetivos:

- Conhecer a organização e o funcionamento do SIE e Equipamentos do CHTS;
- Desenvolvimento de capacidades interpessoais e de trabalho em equipa, bem como espírito de iniciativa e autonomia na resolução de problemas no dia a dia hospitalar.

- Aquisição de competências de organização, coordenação, desenvolvimento e controlo de tarefas inerentes ao trabalho exercido;
- Aquisição de competências na área da metrologia na saúde;
- Desenvolvimento de conhecimentos e aptidões técnicas na área da gestão da manutenção usando os *softwares* informáticos da organização.
- Aquisição de competências no âmbito da segurança e higiene no trabalho.
- Aquisição de competências no âmbito da certificação e acreditação na área da metrologia na saúde e na área hospitalar.
- Desenvolvimento de ações de sensibilização relativas à importância da execução de manutenções preventivas.

1.2 Organização do Relatório

O presente trabalho está dividido em 6 capítulos, nos quais, é apresentado todo o trabalho realizado no SIE.

No primeiro capítulo é feita uma breve introdução, onde são apresentados o enquadramento da metrologia na área da saúde, gestão da manutenção, os objetivos e um breve resumo do estágio realizado, assim como uma breve apresentação do GMOE, SIE e CHTS.

No segundo capítulo são apresentados alguns conceitos técnicos alusivos à gestão da manutenção hospitalar, metrologia na saúde, bem como todo o processo associado à gestão dos equipamentos no SIE.

No terceiro capítulo são apresentados os *softwares* informáticos utilizados pelo GMOE.

No quarto capítulo é feita uma apresentação e descrição de todos os equipamentos de teste já implementados no GMOE.

No quinto capítulo é exposto todo o trabalho desenvolvido ao longo de todos os 6 meses.

No sexto capítulo, são apresentadas as conclusões sobre o estágio realizado, e as propostas de desenvolvimento para uma melhoria contínua do SIE.

1.3 Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa

O CHTS, EPE foi criado pelo Decreto-Lei (DL) nº 326/2007, de 28 de setembro, com início da atividade a 1 de outubro de 2007 [6].

O CHTS é uma instituição de direito público e natureza empresarial, dotado de autonomia administrativa, financeira e patrimonial. Rege-se pelo regime jurídico aplicável às entidades públicas empresariais, com as especificidades evidenciadas no Decreto-Lei nº 233/2005, 29 de dezembro e nos seus estatutos constantes dos anexos I e II do mesmo Decreto-Lei, pelas normas

em vigor para o Serviço Nacional de Saúde (SNS) e pelo regulamento interno homologado pelo Ministério da Saúde, sendo possível visualizar-se na figura 1 [7].

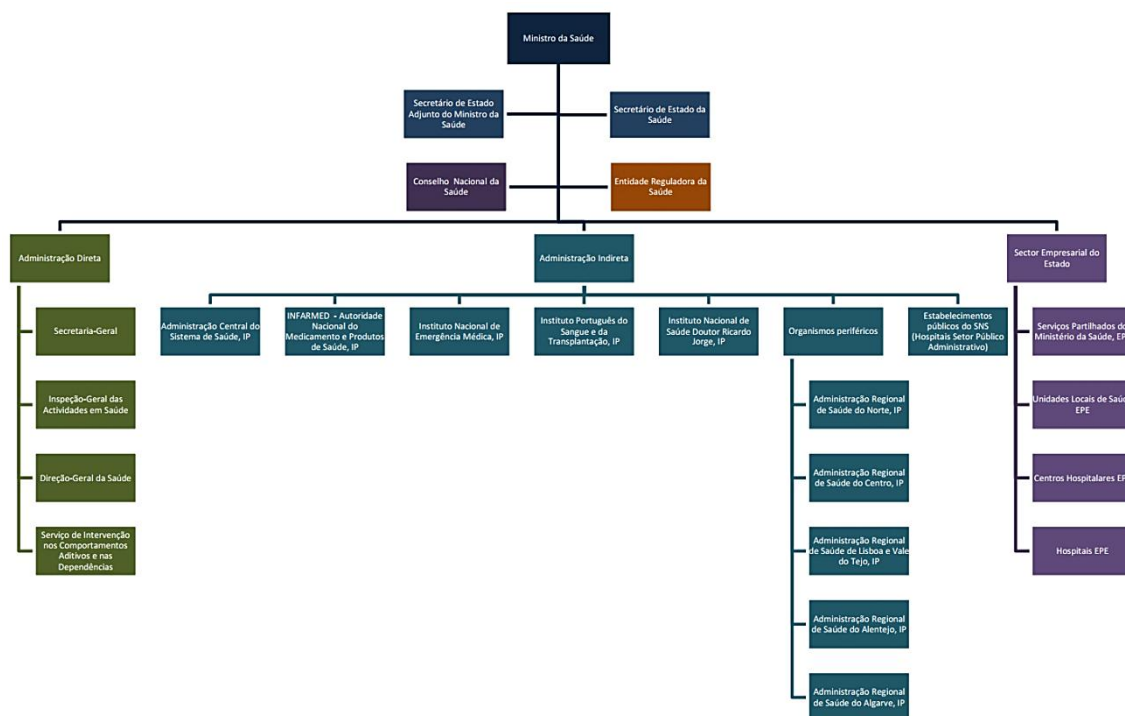


Figura 1 Organograma do Ministério da Saúde. [8]

O CHTS tem como incumbência a prestação de cuidados de saúde de qualidade, acessíveis e em tempo oportuno à população da sua área geodemográfica de influência, sem prejuízo do direito de livre preferência dos doentes originários de outras áreas demográficas, desenvolvendo funções de assistência e de ensino pré e pós-graduado e impulsionando a investigação e o desenvolvimento científico, em articulação com os centros de saúde e os demais hospitais integrados no SNS. Compete, ainda, ao CHTS, desenvolver ações de investigação, formação e ensino, em benefício dos seus profissionais [6].

O organograma do CHTS é parte integrante do Regulamento interno do hospital, sendo de máxima importância na Instituição. Sinteticamente pode referir-se que o organograma se encontra dividido em quatro áreas distintas:

- Serviços de prestação de cuidados de saúde;
- Serviços de suporte à prestação de cuidados de saúde;
- Serviços de gestão e logística;
- Outros serviços.

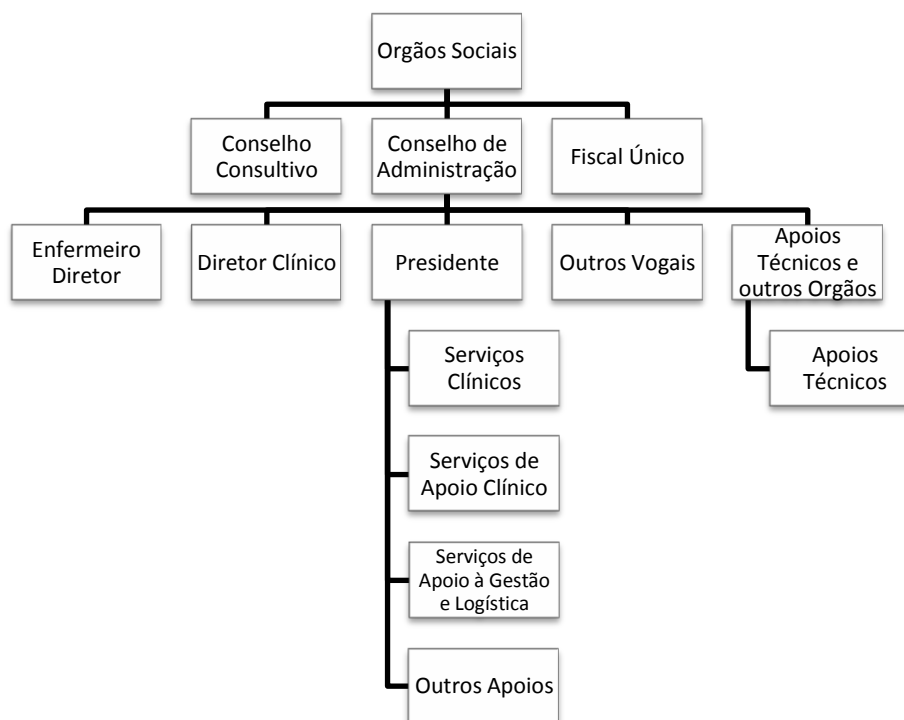


Figura 2 Organograma da instituição. Adaptado de [6].

As duas unidades hospitalares principais do CHTS são: Unidade Hospitalar Padre Américo (UHPA, figura 2), situada em Penafiel e a Unidade Hospitalar de Amarante (UHA, figura 3), localizada em Amarante [6].

1.3.1 Unidade Hospitalar Padre Américo

A Unidade Hospitalar Padre Américo (UHPA), situa-se na região do Vale do Sousa, sediado na freguesia de Guilhufe, concelho de Penafiel, tendo sido inaugurado a 27 de outubro de 2001. O Hospital Padre Américo substituiu três antigas unidades: o Hospital de Penafiel (edifício da Santa Casa da Misericórdia de Penafiel, inaugurado em 1894) e o Departamento de Psiquiatria e Saúde Mental localizado em Paredes; o Hospital de Paredes (edifício da Santa Casa de Misericórdia, construído em 1966), que no conjunto constituíram até 1993 o extinto Centro Hospitalar do Vale do Sousa [9].



Figura 3 Unidade Hospitalar Padre Américo.

A UHPA possui um edifício que se encontra implantado num terreno com cerca de 95.000 m² e tem uma área bruta de construção de 54.745 m². É constituído por um edifício principal com 11 pisos e por um pavilhão destinado ao Departamento de Psiquiatria e Saúde Mental. Possui um heliporto situado a sul do edifício principal com acesso direto à Urgência. O edifício principal permite acessibilidades externas do piso 0 ao piso 4, o que se torna, muito útil para quem recorre ao hospital. Na UHPA existem 491 camas distribuídas pelos serviços de Cirurgia Geral, Cirurgia Plástica, Cirurgia Vascular, Ortopedia, Otorrinolaringologia, Oftalmologia, Urologia, Ginecologia, Obstetrícia, Pediatria, Neonatologia, Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente, Neurologia, Pneumologia, Cardiologia, Unidade de Cuidados Intensivos Cardiologia, Gastrenterologia, Psiquiatria e Berçário. Esta unidade conta também com diversas unidades laboratoriais e técnicas das quais se pode destacar os serviços de apoio à Gestão e logística onde está inserido o SIE. Todos os serviços estão dotados de diverso equipamento médico, cirúrgico e de exames especiais, com nível tecnológico avançado que permite dar resposta às necessidades dos utentes tratando um leque ampliado de patologias clínicas [7].

1.3.2 Unidade Hospitalar de Amarante

A Unidade Hospitalar de Amarante (UHA) está instalada na freguesia de Telões, concelho de Amarante, junto à variante do Tâmega e ocupa uma área de terreno com cerca de 76500 m², estando no ativo desde 21 de dezembro de 2012.

Esta nova unidade substituiu o Hospital de São Gonçalo, existente desde o início do século XVI, tendo passado por vários locais da cidade, a sua última morada no antigo quartel de

artilharia da cidade de Amarante desde dezembro de 1961 com a denominação de Hospital de São Gonçalo de Amarante [10].



Figura 4 Unidade Hospitalar de Amarante.

A UHA contém 3 pisos onde estão localizados os serviços técnicos, administrativos e os serviços de assistência hospitalar ao doente, sendo a concretização de um novo modelo hospitalar centrado no doente: o hospital de proximidade, sendo que a cirurgia de ambulatório assumirá, aqui, um papel preponderante, correspondendo aos mais recentes padrões da evolução da arquitetura hospitalar. Esta unidade hospitalar, conta com serviço de Urgência Básica 24h/dia, Consulta Externa, Hospital de Dia, Cirurgia Ambulatório, Medicina Física e de Reabilitação, Unidade de Saúde Mental e um serviço de internamento com 60 camas, e conta ainda com um serviço articulado com a UHPA [7, 11].

1.3.3 Serviço de Instalação de Equipamentos

A evolução tecnológica na área da saúde, obriga a uma constante, e cada vez maior preocupação com os serviços de manutenção, de enorme importância no normal funcionamento do CHTS [7, 12].

O fator qualidade está estritamente ligado à manutenção. O conforto físico e psicológico de um doente depende, entre outros parâmetros, do bom funcionamento das instalações e equipamentos que o rodeiam e dos quais, por vezes está dependente para viver. O funcionamento eficiente destes poderá contribuir para uma mais rápida recuperação do doente, o que também se reflete, em termos finais, numa otimização de recursos [12, 13]. Neste âmbito, a manutenção é a combinação de ações técnicas, económicas e de gestão.

No CHTS está integrado o SIE, inserido nos serviços de Apoio à Gestão e Logística, onde foi realizado o presente trabalho. O SIE é uma unidade orgânica que exerce a sua atividade

através do desenvolvimento de ações de manutenção corretiva e preventiva, nos equipamentos e instalações, da exploração de redes (elétrica, gases medicinais centrais técnicas), da gestão das telecomunicações bem como o apoio à conceção de projetos de remodelação e beneficiações [12].

Em suma os principais objetivos do SIE são [12]:

- Garantir um sistema de gestão da manutenção adequado, de forma a permitir a recolha de indicadores de gestão e manter o mais informado possível a gestão de topo;
- Consolidar a atividade global do serviço, adequando-o com recursos humanos e equipamentos/ ferramentas fundamentais, tornando a vivência hospitalar mais eficiente;
- Realizar com qualidade, eficiência e eficácia todos os serviços que presta;
- Promover ações de formação para os profissionais dos serviços utilizadores de equipamentos e instalações à sua responsabilidade, sempre que se justifique;
- Dotar de maiores competências técnicas os profissionais do serviço, através da realização de ações de formação;
- Reduzir os custos com a utilização de energia elétrica, gás e água e emissão de poluentes, visando a melhoria da eficiência energética;
- Iniciar processo de certificação da qualidade do Serviço de Instalações e Equipamentos.

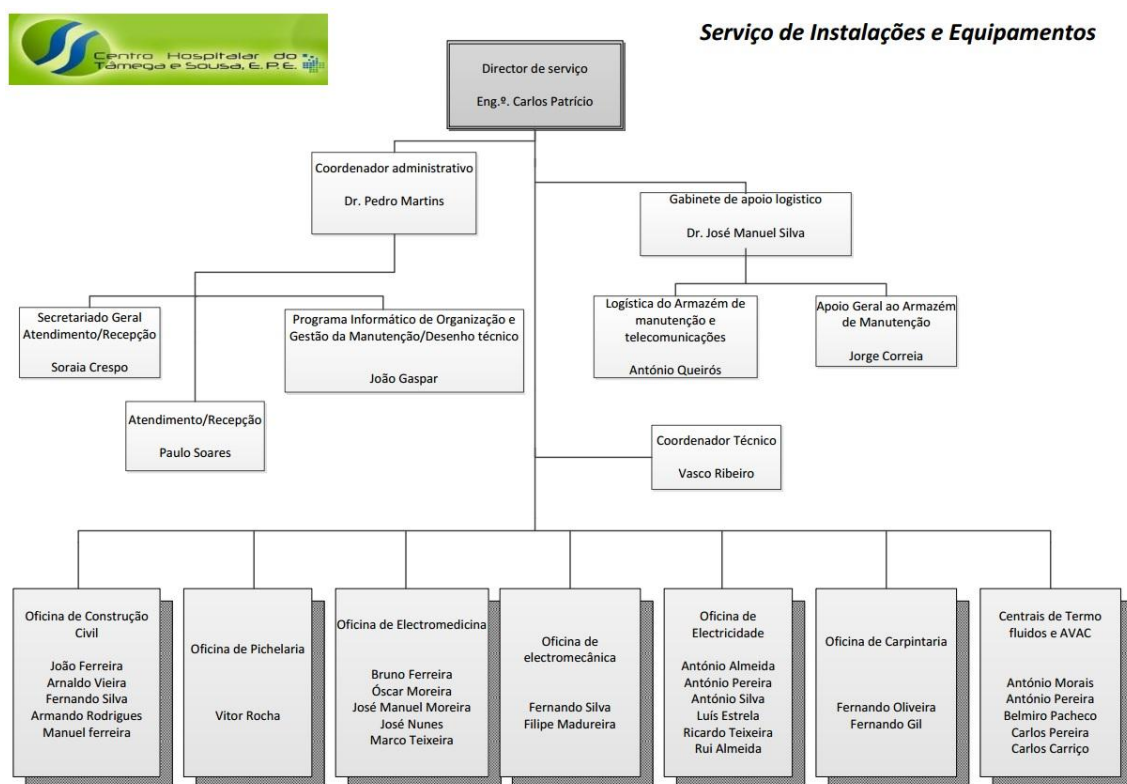


Figura 5 Organograma do SIE.

Atualmente o SIE encontra-se dividido entre a UHPA e a UHA. Na UHPA, o SIE fica situado nos pisos 0 e 1 do “ edifício técnico” e conta com a colaboração de 32 funcionários, preparados tecnicamente para o desenvolvimento das respetivas tarefas. No piso 1 destacam-se as instalações técnico-administrativas e a área das oficinas de construção civil, pichelaria e serralharia, eletricidade, mecânica, carpintaria, GMOE, sala de reuniões e armazém de manutenção. No piso 0 estão situadas as instalações da central térmica, central de gases medicinais, ar comprimido, vácuo, postos de seccionamento e de transformação, central elétrica de emergência e quadro elétrico geral de baixa tensão. O SIE tem ainda à sua responsabilidade diversas instalações técnicas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) e da electricidade espalhadas por todo o hospital, assim como o piso técnico, localizado em todo o 5º piso. Na UHA, no piso -1 do edifício principal, o SIE possui um posto avançado do serviço, com áreas oficinais para as diversas especialidades, armazém avançado e armazém de manutenção, gabinetes técnico-administrativos, sala de reuniões, e um posto administrativo de atendimento. No mesmo piso, encontra-se um edifício técnico composto por central térmica, central de gases medicinais, ar comprimido e vácuo, os postos de seccionamento e de transformação, central elétrica de emergência e quadro elétrico geral de baixa tensão e, para além destes, diversas instalações técnicas do AVAC e da eletricidade espalhadas pelo hospital [12].

1.3.4 Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina

Das 6 oficinas que existem no SIE destaca-se o GMOE (figura 6) onde decorreu o estágio. A Metrologia é, por definição, a ciência da medição. Assim, a Metrologia engloba tudo o que se relaciona com a medição, quer nos aspetos teóricos, quer nos aspetos práticos, mas para ser exequível é fundamentalmente necessário instrumentos/sistemas de medição e processos. Neste caso mais específico o Gabinete de Metrologia desempenha um papel de extrema importância na resposta às necessidades metrológicas do CHTS e na garantia da qualidade e consequentemente na implementação de processos e metodologias que garantem o rigor das medições, dado que possui vasto conjunto de equipamentos devidamente certificados e calibrados pelo fabricante (sendo estes designados por equipamentos de teste) para exercer as funções inerentes ao controlo dos parâmetros requeridos pelos equipamentos médicos existentes no CHTS [4, 5]. O Gabinete de Metrologia foi implementado no ano de 2014 na Oficina de Eletromedicina do SIE do CHTS, e localiza-se no Piso 1 do edifício técnico. Neste gabinete exercem funções dois técnicos de eletromedicina devidamente qualificados para a execução de manutenções preventivas, verificação de equipamentos, avaliação do estado dos equipamentos e execução dos ajustes necessários para o bom funcionamento dos equipamentos médicos e ainda um técnico superior, sendo ele o diretor do serviço que semanalmente seleciona aleatoriamente

alguns relatórios de manutenções preventivas executadas e faz a validação dos procedimentos registados. De forma a auxiliar o registo dos dados obtidos aquando da avaliação dos equipamentos analisados, são utilizados alguns *softwares* que serão descritos no capítulo 3.

Em suma, os principais objetivos de GMOE são:

- Gestão de ordens de trabalho pertencentes ao gabinete;
- Receção e implementação de novos equipamentos e *softwares* médicos;
- Organização e planificação de rotinas associadas ao GMOE;
- Verificação dos parâmetros metrológicos associados aos equipamentos a seu encargo;
- Implementação de metodologias inovadoras;
- Implementação de processos e metodologias que garantem o rigor das medições.
- Versatilidade e disponibilidade perante a evolução tecnológica dos equipamentos médicos;
- Formação na área da metrologia na saúde.



Figura 6 Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina.

- Esta página está em branco propositadamente -

Capítulo 2

Gestão da Manutenção dos Equipamentos Hospitalares

Um dos aspetos fundamentais de uma unidade/serviço hospitalar é a sua organização a nível da gestão da manutenção dos equipamentos hospitalares.

Neste sentido, a gestão da manutenção do SIE incide em procedimentos aplicados aos equipamentos hospitalares, com o intuito de prever falhas, aumentar o tempo de vida e diminuir os custos de reparação.

A gestão estratégica é por isso muito importante, na medida em que deve ser feita sob uma base de fundamentos essenciais, para a obtenção da excelência do desempenho na atividade exercida. Deste modo, uma política de gestão da manutenção dos equipamentos hospitalares é de extrema importância, inserindo-se como uma atividade estratégica dentro de um plano inovador com vista à melhoria da qualidade e do serviço prestado, com metas de redução de custos e maior eficiência [14].

Para se implementar um sistema de gestão da manutenção de equipamentos hospitalares é necessário considerar a importância do serviço hospitalar a ser executado e, principalmente, a forma de gestão a realizar nesse serviço. A existência de uma equipa de manutenção não é suficiente para a reparação de equipamentos hospitalares, é também necessário conhecer a importância do equipamento nos procedimentos clínicos e a sua atividade nos serviços. Para tal, é necessário conhecer o histórico do equipamento dentro do Centro Hospitalar, isto é, a que grupo ou família de equipamentos pertence, a vida útil, o nível de obsolescência, as características de construção, a possibilidade de substituição durante a manutenção, assim como tudo o que se refira ao equipamento e que possa, de alguma maneira, auxiliar o serviço de manutenção, visando sempre obter segurança e qualidade no resultado do procedimento médico [15].

Fundamentalmente, no serviço hospitalar a gestão da manutenção tem como principal foco a maximização da produção e, simultaneamente, a minimização dos gastos com as reparações dos equipamentos hospitalares [14]. Desde a aquisição até ao abate do equipamento, o SIE é o

principal responsável pelo seu bom funcionamento. Inicialmente, para a aquisição de equipamentos, o SIE, juntamente com o serviço de aprovisionamento deve elaborar cadernos de encargo, de maneira a assegurar que o equipamento selecionado cumpre os pré-requisitos propostos. De seguida, o equipamento é instalado no serviço hospitalar destinado e todas as avarias existentes devem de ser reportadas ao SIE, para que seja possível efetuar uma correta manutenção por parte dos seus profissionais. Para uma melhor orientação, no CHTS, é fixado em cada equipamento um número de inventário (registo codificado de dados no qual se identifica o património do CHTS) como representado na figura 7, para que possa ser inserido no *software* Manutenção Assistida por Computador (MAC) que auxilia na gestão da manutenção [16].



Figura 7 Etiqueta com número de inventário de um equipamento utilizado no CHTS.

Deste modo, pode-se definir a manutenção, segundo a norma EN 13306:2001, como "a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele possa desempenhar a função requerida". A manutenção tem um papel fundamental no cumprimento dos objetivos do SIE, por contribuir para o alcance dos objetivos produtivos, quer em termos de prazos, quer em qualidade, estando assim directamente relacionada com o funcionamento dos serviços técnicos da instituição: SIE, serviço de aprovisionamento e a contabilidade. Na existência de diferentes modelos e filosofias de manutenção, importa definir, para cada equipamento, qual o modelo mais adequado face à sua importância para o processo produtivo e de acordo com as necessidades de fiabilidade e disponibilidade que o caracterizam [17].

Assim sendo os principais objetivos de um serviço que presta manutenção são [14, 18]:

- Verificação periódica dos equipamentos, para detetar atempadamente qualquer desgaste ou falha;

- Arquivar os dados do equipamento para posterior consulta do histórico, de modo a facilitar a deteção de possíveis problemas;
- Conservar ao máximo todos os equipamentos e instalações evitando assim os tempos de paragem;
- Redução dos tempos de intervenção através de uma boa preparação do trabalho;
- Reduzir emergências e número de avarias;
- Aumentar o tempo de vida dos equipamentos;
- Monitorizar as peças vitais dos equipamentos para prever as futuras paragens;
- Aumentar a fiabilidade dos equipamentos;
- Relacionar os custos da manutenção com o uso correto e eficiente do tempo, materiais, mão- de-obra e serviços.

A manutenção dos equipamentos hospitalares pode ser efetuada por dois mecanismos distintos (figura 8): manutenção preventiva, que é planeada pelo SIE, e onde se enquadram as verificações, e a manutenção corretiva.

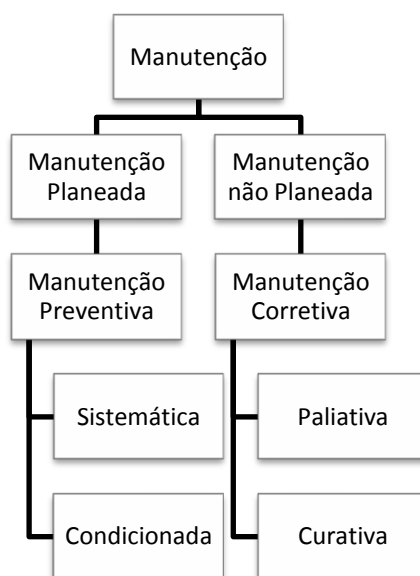


Figura 8 Tipos de manutenção.

2.1 Manutenção Preventiva dos Equipamentos Hospitalares

A manutenção preventiva pode ser entendida como um conjunto de atividades, realizadas em períodos de tempo estabelecidos, com o objectivo de diminuir a probabilidade de falha ou da degradação dos constituintes dos equipamentos hospitalares. De uma forma mais simples a manutenção preventiva pode ser definida como uma revisão periódica segundo alguns critérios pré-estabelecidos [19].

Este tipo de manutenção pretende avaliar o estado geral do equipamento hospitalar, nomeadamente as condições de limpeza, e verificar os parâmetros definidos pelo fabricante, entre outros. Em suma, os principais objetivos da manutenção preventiva aplicada aos equipamentos hospitalares são [18, 20, 21]:

- Reduzir ao máximo o número de avarias dos equipamentos, e conseqüentemente o aumento da fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos;
- Preparar antecipadamente os recursos para tornar as intervenções mais económicas e eficazes;
- Equilibrar a carga de trabalho de manutenção;
- Compatibilizar as intervenções com o programa de fabrico ou de serviço dos equipamentos;
- Diminuição do número total de intervenções corretivas, diminuindo o custo da manutenção corretiva;
- Diminuição do número de intervenções corretivas em momentos inoportunos como por exemplo, durante períodos críticos de utilização do equipamento.
- Aquisição de informações acerca da confiabilidade e disponibilidade operacional do equipamento.

Para que os objetivos anteriormente descritos sejam cumpridos, o SIE tem registado no *software* MAC um plano de manutenção preventiva que auxilia na gestão e organização das manutenções a efetuar. Todos os planos de manutenção preventiva são supervisionados pelo coordenador técnico e posteriormente aprovados pelo diretor do serviço.

Na planificação da manutenção preventiva de um equipamento médico é de extrema importância conhecer certas informações sobre os mesmos, nomeadamente: as aplicações e funcionalidades do equipamento, o modo de operação e limitações do aparelho. Estas informações, juntamente com as informações adquiridas através da leitura do manual de serviço e manual do utilizador relativas as manutenções, permitem definir detalhadamente os testes que devem de ser feitos ao equipamento hospitalar.

Deste modo, a manutenção preventiva no GMOE tem como principais rotinas: a inspeção visual, inspeção de segurança e a inspeção funcional. Na inspeção visual são registados parâmetros de visualização imediata, tais como o estado do equipamento e os seus acessórios, estado do *display*, do cabo de alimentação, verificação dos indicadores luminosos e a existência de etiqueta de manutenção preventiva. Seguidamente, na inspeção de segurança são averiguadas as condições de segurança elétrica definidas pelo fabricante no manual de serviço e em normas de segurança elétrica. Esta inspeção implica sempre a medição por parte do técnico da resistência de proteção à terra e da corrente de fuga. Por último, na inspeção funcional verifica-se o conjunto de funcionalidades do equipamento que constam no manual de serviço, sendo

importante a experiência do técnico. De acordo com os hábitos e rotinas de manutenção, os técnicos podem definir outros tipos de avaliações, devendo sempre atualizar as *templates*. Neste tipo de inspeção estão inseridas as verificações efetuadas, como resposta às necessidades emergentes dos cuidados de saúde em termos de metrologia. Todas as inspeções referidas anteriormente são realizadas com a ajuda das *templates* do *software* Fluke Biomedical Ansur (Capítulo 3). Estas *templates* são desenvolvidas com procedimentos de manutenção preventiva, permitindo também iniciar automaticamente os testes e posteriormente gerar um relatório final de manutenção (Anexo G).

A manutenção preventiva (Anexo A) inicia-se com a abertura de uma ordem de trabalho (OT), que no caso do SIE do CHTS estão definidas no planeamento de manutenções preventivas, então, consoante a periodicidade de cada equipamento, as OT com o apoio do gabinete técnico são geradas automaticamente. Posteriormente verifica-se as características dos equipamentos aos quais se vai fazer manutenção, pois é necessária a escolha dos equipamentos de teste e a verificação da localização dos equipamentos. Seguidamente verifica-se se o equipamento está em uso, e no caso de este estar a ser utilizado, o responsável pelo serviço tem de preencher o “Registo de impossibilidade de manutenção preventiva” e posteriormente os técnicos serão contactados quando o equipamento se encontrar livre. Caso o equipamento se encontre disponível avalia-se a disponibilidade para a deslocação ao GMOE do SIE. Se houver disponibilidade de deslocação ao GMOE a manutenção é executada, se não for possível, os técnicos transportam os equipamentos de teste e fazem a manutenção no serviço.

Posteriormente se a manutenção preventiva for executada sem quaisquer problemas é colocada uma etiqueta de manutenção (figura 9), o equipamento é devolvido ao serviço e a OT é fechada. Caso contrário é aberta uma OT de manutenção corretiva. Todos os procedimentos de manutenção preventiva realizados serão expostos no capítulo 6. A manutenção preventiva pode ser dividida em manutenção preventiva sistemática e manutenção preventiva condicionada.



Figura 9 Etiqueta de manutenção preventiva de um equipamento utilizado no CHTS.

2.1.1 Manutenção Preventiva Sistemática

Na manutenção preventiva sistemática as intervenções nos equipamentos médicos obedecem a um plano previamente organizado e estabelecido que se destina a ser executado periodicamente, tendo por objetivo manter o sistema num estado de funcionamento equivalente ao inicial. Os intervalos de periodicidade são determinados numa unidade de tempo ou noutro parâmetro de uso, que traduza o funcionamento do equipamento hospitalar [20, 22].

As principais vantagens associadas a este método de intervenção estão centradas na diminuição de gastos com reparações e onde as paragens são programadas de acordo com a necessidade de manutenção. Contudo, este tipo de manutenções tem um custo elevado devido à sua periodicidade e devido à mão de obra especializada necessária [18].

2.1.2 Manutenção Preventiva Condicionada

A manutenção preventiva condicionada é o tipo de manutenção preventiva efetuada no momento que existe uma evidência de avaria iminente [23]. Entende-se por controlo condicionado ou preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade do equipamento falhar assume valores indesejáveis. Esse momento é detetado através de uma análise prévia ao equipamento em questão. A deteção de anomalias poderá prevenir erros nos diagnósticos, e impedir um gasto monetário maior na reparação de uma avaria tardiamente detetada [14, 18, 20].

No entanto, a manutenção preventiva condicionada embora permita detetar de uma forma mais adequada a necessidade de intervenção, podendo reduzir o número de anomalias, obriga a uma inspeção pormenorizada dos constituintes do equipamento e exige uma otimização dos custos de inspeção face aos custos de reparação [24].

Este tipo de manutenção nos equipamentos hospitalares envolve, geralmente, uma substituição de componentes e, na maior parte das situações, leva à desmontagem parcial ou total do equipamento em causa.

2.2 Manutenção Corretiva dos Equipamentos Hospitalares

Na manutenção corretiva incluem-se todas as intervenções não programadas antecipadamente, que devido a alguma anomalia impedem o bom funcionamento do equipamento, representando, conseqüentemente, custos elevados para a instituição em causa [20, 23].

Este tipo de manutenção não planeada aplica-se quando o equipamento apresenta uma falha, sendo uma atividade que pretende a correção resultante de um defeito ou desgaste de

algum componente do equipamento. Este tipo de intervenção é necessária para evitar graves consequências ao nível da segurança. Deste modo, no caso dos equipamentos hospitalares a manutenção corretiva aplica-se quando estes estão na iminência de falhar ou já apresentam algumas falhas.

No CHTS, a manutenção corretiva dos equipamentos que chegam ao SIE são acompanhados pelo próprio equipamento e pela respetiva OT, que revela informações sobre a avaria em questão. Este tipo de manutenção implica a paragem do equipamento e a sua reparação por parte de um técnico especializado, pelo que a sua reparação deve de ser efetuada o mais rapidamente possível de modo a não afetar a qualidade dos cuidados de saúde prestados aos utentes.

Inicialmente, o responsável do serviço abre uma OT, com todas as informações, características do equipamento e as informações sobre a sua avaria. Rececionada a OT, o SIE define um responsável técnico para a execução da reparação do equipamento. Neste processo, podem acontecer três cenários, se o equipamento estiver coberto pela garantia é enviado para o seu fabricante, se o equipamento tiver um contrato de manutenção com empresa externa, é enviado para a empresa para a prestação do serviço. Por fim, se não se verificar nenhuma destas situações anteriores o técnico inicia a reparação.

Caso a reparação seja possível com custos otimizados, então o equipamento é reparado. Se o equipamento registar elevados gasto de manutenção, nomeadamente próximos do custo de um equipamento novo, o técnico dá um parecer técnico e comunica o posterior abate do equipamento (através do *software* MAC). Aquando da reparação do equipamento se for verificada a necessidade de substituição de peças, o técnico abre um pedido de requisição de material ao armazém de manutenção. Este pedido pode ficar pendente, pois a peça pode não se encontrar em *stock*.

Posteriormente à reparação do equipamento, o técnico deve verificar se este já tem etiqueta de manutenção preventiva realizada. Se o equipamento não tiver a manutenção preventiva feita, esta é realizada pelo técnico no GMOE, sendo verificadas as principais rotinas, inspeção visual, inspeção de segurança e a inspeção funcional. Deste modo, o técnico procede à entrega do equipamento no serviço do CHTS, juntamente com a prova de entrega e um parecer final da manutenção. Por fim, o técnico fecha a OT (através do *software* MAC), registando a mão de obra, materiais e peças usadas. A OT, no final é arquivada no historial do equipamento, para uma possível consulta no futuro. No anexo A encontra-se um fluxograma representativo do procedimento acima descrito.

Ainda, a manutenção corretiva pode ser dividida em manutenção paliativa e manutenção curativa.

2.2.1 Manutenção Paliativa

A manutenção paliativa é similar à manutenção curativa, variando apenas no objetivo primordial. Este tipo de manutenção corretiva é executada após a ocorrência de uma avaria, sendo neste caso o objetivo imediato a reposição em funcionamento dos equipamentos (reparação de carácter provisório), ficando a resolução final adiada para um futuro o mais próximo possível [18].

2.2.2 Manutenção Curativa

A manutenção curativa é realizada com carácter definitivo, onde a reparação é feita logo após a análise da avaria. Este tipo de manutenção passa por várias etapas, nomeadamente: a análise as causas da avaria e posteriormente a sua reparação, registo dos dados relativos à intervenção, e a evolução para um planeamento de manutenção mais rigoroso [18].

2.3 Ordens de Trabalho

Os pedidos de trabalho, como por exemplo, comunicação de avarias ou serviços requisitados ao SIE podem ser efetuados pelo responsável do serviço, ou por quem ele delega, através de pedidos de intervenção, usando o *software* MAC, onde é registado o pedido ao setor de manutenção (figura 10 e 11). Posteriormente o pedido de intervenção é aprovado pela manutenção, dando origem a uma OT para a sua execução. Todo o trabalho executado pela manutenção deve ter um número de OT que corresponde a uma intervenção. Assim sendo, uma OT é um documento virtual, que tem como objetivo documentar a avaria de um equipamento, contendo informações acerca do mesmo, nomeadamente o número de série, modelo, marca e número de inventário, bem como uma breve descrição da anomalia e a identificação da pessoa que emitiu o pedido [25].

Além disso, podem ser geradas OT automáticas de acordo com o plano de manutenções preventivas implementado pelo SIE. Estas OT podem ser anuais ou semestrais e estão associadas a cada um dos equipamentos médicos, conforme a periodicidade das manutenções e consoante o seu grau de prioridade.

Figura 10 Janela do MAC, abertura da OT.

As OT constituem assim um importante elemento no processo de manutenção, permitem assim, uma resposta organizada, preparada e profissional, que possibilita uma transmissão de informações sobre as manutenções, tanto corretivas como preventivas.

A OT só pode ser fechada quando o serviço prestado (reparação, assistência, etc.) está completo. O fecho das OT é efetuado através do *software* MAC, onde fica registado todo o historial de intervenções no equipamento. Esta informação é de extrema importância, pois é a biografia do equipamento hospitalar desde que chega à instituição até ser abatido.

Figura 11 Janela do MAC, fecho da OT.

2.4 Calibração | Verificação

Hoje em dia, os hospitais necessitam de implementar ferramentas de gestão de equipamentos médicos de modo a promover a segurança, qualidade e eficácia clínica. Das ferramentas necessárias incluem-se as que gerem a aquisição, manutenção e calibração ou verificação dos equipamentos hospitalares.

No CHTS, existem alguns equipamentos, que devido às suas características de monitorização e /ou medição, necessitam de verificações periódicas. É importante não esquecer, pois, a falta de verificação em alguns equipamentos hospitalares pode comprometer fortemente um diagnóstico médico. No GMOE as verificações são realizadas aquando da manutenção preventiva dos equipamentos, no parâmetro da inspeção funcional, exceto quando os equipamentos avariam, e neste caso, posteriormente à manutenção corretiva serão sempre verificados os parâmetros listados nas *templates*. Segundo o Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM), a calibração define-se então pela “comparação entre dois dispositivos ou sistemas de medição que apresentam uma relação conhecida de acordo com um padrão certificado”.

Neste tipo de procedimento deve ter-se sempre em conta a incerteza da medição que se traduz na dispersão dos valores em torno do real, e que se deverá incluir numa gama de erro. Finalizado o processo de calibração deverá ser emitido um relatório onde se especifica o tipo de padrões utilizados de forma a comprovar que o equipamento se encontra operacional. Este relatório deverá ainda referenciar a calibração dos instrumentos utilizados no processo [19].

A garantia de confiabilidade metrológica é garantida através de calibrações e verificações. No controlo Metrológico legal pode-se verificar a existência de três tipos de verificações:

- Primeira verificação: Os instrumentos de medição, novos ou reparados, são submetidos a um conjunto de operações destinadas a verificar a conformidade da qualidade metrológica com os respetivos modelos aprovados.
- Verificação periódica: Consiste num conjunto de operações destinadas a verificar se os instrumentos de medição mantêm a qualidade metrológica dentro das tolerâncias admitidas.
- Verificação extraordinária: Permite verificar se um instrumento de medição continua nas condições regulamentares através de um conjunto de operações destinadas para este fim [26].

De acordo com a legislação nacional aplicada ao setor da saúde, com a exceção dos instrumentos de medição de radiações ionizantes, todos os outros instrumentos que são comercializados em Portugal estão isentos de vigilância do estado, em termos de obrigação legal de controlo metrológico. Os proprietários e utilizadores destes instrumentos é que têm de zelar pela sua conservação e bom funcionamento [27].

Capítulo 3

Softwares Informáticos do Serviço de Instalações e Equipamentos

Os *softwares* informáticos são uma importante ferramenta, na medida em que possibilitam a organização e gestão dos processos referentes às manutenções. A manutenção de um vasto leque de equipamentos e infraestruturas requer não só a recolha sistemática, a monitorização e a aferição de dados, mas também a tomada de decisões estratégicas em relação ao nível de manutenção necessária, para se atingirem os objetivos predefinidos [25].

A introdução de *softwares* de gestão melhoram e auxiliam os gestores de instalações e equipamentos no cumprimento da maior parte dos aspetos da manutenção. Desde o início dos anos de 1970, os computadores e *softwares* têm sido utilizados para desempenhar um papel no processo de gestão de manutenção. Aliás, foi na década de 1980 que surgiram os primeiros Sistemas de Informação para Gestão da Manutenção (Maintenance Management Information Systems), que eram *softwares* extensos que funcionavam como bases de dados, facilitando em muito o rápido processamento e manutenção dos equipamentos. Com o aumento das exigências por parte dos consumidores e empresas, no início da década de 1990, a qualidade dos *softwares* e dos serviços começou a aumentar, sendo que a manutenção passou a ser um importante elemento para o desempenho dos equipamentos e das instalações [25]. Deste modo, a importância da implementação de *softwares* reside no facto dos sistemas de informação serem cruciais para as atividades de gestão e de apoio à decisão, uma vez que estes auxiliam e produzem uma grande quantidade de informações. Com a ajuda dos *softwares* informáticos o processamento de dados torna-se muito mais rápido e conseqüentemente o acesso a esses dados torna-se muito mais fácil [14].

Para as manutenções preventivas o SIE utiliza 5 *softwares* informáticos para o apoio nas manutenções preventivas, nomeadamente, o programa Fluke Biomedical Ansur, Hydrograph, Testo Comfort e Incubator Analyser e para o apoio na gestão da manutenção e de equipamentos o *software* MAC .

Estes 5 *softwares* utilizados pelo SIE são úteis na medida em que permitem a organização dos procedimentos ligados aos serviços de manutenção, a obtenção de informação da manutenção e informação sobre os equipamentos (por exemplo: localização, histórico de manutenções, características técnicas, custo, etc), o auxílio no aumento da produtividade da manutenção através da otimização de processos baseada em informações previamente recolhidas, a correta gestão da manutenção com a elaboração de planos de modo a garantir que as tarefas são todas devidamente planeadas, e por fim permitem a realização de relatórios finais de manutenção.

Todas as vantagens retiradas a partir da implementação de *softwares* informáticos vão verificar-se numa maior produtividade das manutenções, na redução dos custos de manutenção e no tempo de imobilização dos equipamentos e num aumento do ciclo de vida dos mesmos.

Nos próximos sub-capítulos serão apresentados todos os *softwares* informáticos existentes no SIE.

3.1 Fluke Biomedical Ansur

O Fluke Biomedical Ansur, comercializado pela Fluke Biomedical Instruments, é um *software* utilizado principalmente para o apoio nas manutenções preventivas, proporcionando um aumento da qualidade e produtividade na sequência de testes que este realiza. Mais precisamente, este *software* guia o técnico na realização das manutenções preventivas, indicando o que deve ser verificado (ex: se os valores lidos se encontram dentro da gama de valores teoricamente aceitáveis). Assim consegue-se realizar a inspeção e controlo de equipamento, a construção de relatórios elucidativos do estado geral do equipamento, com o registo do estado geral e funcional dos equipamentos, a autenticação de parâmetros, registo de mão de obra, e por fim na parte final da elaboração do relatório, o registo da data da manutenção, a localização dos equipamentos e a indicação dos equipamentos de teste utilizados. O histórico do equipamento, com todas as informações referidas será útil nas próximas manutenções, de forma a perceber-se quais são as principais anomalias detetadas no equipamento.

Para a elaboração dos relatórios finais, este *software* inclui bibliotecas com *templates* pré-definidas, que possibilitam a articulação com os vários simuladores e analisadores da Fluke Biomedical e permitem ainda o controlo remoto entre o equipamento de teste e o computador [28]. Para cada rotina de manutenção preventiva, estas *templates* podem ser desenvolvidas/modificadas pelos técnicos de modo a corrigir eventuais erros ou fazer atualizações sugeridas pela marca. Nas *templates* é possível definir as condições de aprovação do teste, mediante a inserção de valores mínimos e máximos dos parâmetros, de modo a limitar o intervalo de leituras.

O Fluke Biomedical Ansur apoia a execução das manutenções preventivas de todos os equipamentos de teste descritos no capítulo 4.

No anexo C apresentam-se algumas figuras respetivas ao ambiente de trabalho deste *software*.

3.2 Hydrograph

O *software* Hydrograph é utilizado na reprodução das leituras efetuadas pelo analisador de dispositivos de infusão: IDA 4 PLUS Fluke. Esta ferramenta permite, com recurso ao computador observar a informação dos 4 canais dos dispositivos de infusão em simultâneo [29].

O Hydrograph é um *software* flexível que possui inúmeras vantagens para o utilizador nomeadamente na reprodução de testes visualmente guiados e com limites previamente determinados, reprodução do erro, registo de informação, reprodução e impressão de relatórios que demonstram a eficiência do equipamento analisado e apresentação de resultados em 3 unidades metrológicas diferentes [29].

Na identificação dos testes em análise (fluxo, oclusão e bolus), esta ferramenta permite introduzir os parâmetros de teste, como, a velocidade de infusão, volume total de infusão, volume de bolus, e os limites atribuídos à leitura e tempo de leitura/infusão.

Por fim este *software* também contribui para a gestão da manutenção na medida em que permite em cada teste realizado registar o número de série, número de inventário e o técnico responsável. No anexo D são apresentadas algumas imagens respetivas ao ambiente de trabalho deste *software*.

3.3 Testo Confort

O Testo Confort é um *software* que foi desenvolvido pela TESTO AG para acompanhar e reproduzir leituras do equipamento de teste, medidor de temperatura: 177-T4 Logger Testo. Este *software* reproduz gráficos de temperatura em função do tempo, provenientes das leituras de um máximo de 4 termopares em simultâneo. Os 4 termopares permitem efetuar uma análise em diferentes locais. Posteriormente esta ferramenta gera um relatório onde consta a identificação do dispositivo em análise, localização, número de série, número de inventário a data e o técnico que efetuou a leitura [30].

No anexo E apresentam-se algumas figuras respetivas ao ambiente de trabalho deste *software*.

3.4 Incubator Analyser

O Incubator Analyser é um *software* comercializado pela Fluke Biomedical Instruments juntamente com o equipamento de teste analisador de incubadoras: INCU™ Fluke. Este *software* possibilita ao técnico carregar parâmetros de configuração e transferir os resultados dos testes na forma de arquivo para o computador, nomeadamente em forma de gráfico ou tabela. Posteriormente esta ferramenta possibilita a realização de relatórios, com os resultados finais onde consta a identificação do dispositivo em análise, localização, número de série, número de inventário a data e o técnico que efetuou a leitura [31].

No anexo F apresentam-se algumas figuras respetivas ao ambiente de trabalho deste *software*.

3.5 Manutenção Assistida por Computador

O *software* MAC criado pela empresa portuguesa Glintt – Technology Enabled Services, S.A. é um *software* poderoso e muito utilizado na gestão de ativos, que cobre todas as atividades relacionadas com a manutenção e gestão de equipamentos.

O MAC permite a monitorização e acompanhamento dos equipamentos numa base regular, desde o seu registo, passando pela sua manutenção preventiva e corretiva, com atualização permanente de estatísticas e indicadores necessárias à gestão de custos e controlo de qualidade [32].

Mais especificamente no caso do SIE, esta ferramenta permite a realização de muitas tarefas, nomeadamente a gestão de armazém e stocks, gestão de OT, verificação e construção de planos de manutenção, controlo de custos de todos os equipamentos e acessórios dos mesmos, histórico das instalações e equipamentos, controlo de mão de obra, consulta de fichas técnicas dos equipamentos, acesso remoto a toda a informação contida no *software*, gestão e controlo de subcontratação de serviços externos e a elaboração de relatórios de gestão.

Esta ferramenta encontra-se no SIE desde fevereiro de 2012 e está ativo em substituição de um anterior, visto ser um *software* com grandes potencialidades a longo prazo.

No anexo B apresentam-se algumas figuras respetivas ao ambiente de trabalho deste *software*.

Capítulo 4

Equipamentos de Teste

Nas instituições hospitalares, o bom funcionamento dos equipamentos contribui inevitavelmente para o bom desempenho dos cuidados de saúde prestados, sendo imprescindível uma correta verificação destes equipamentos. Cabe ao SIE a gestão e controlo destes equipamentos. Os equipamentos de teste são uma prioridade no apoio às manutenções preventivas, assumindo uma elevada importância, quer na avaliação das suas performances, quer na autenticação dos seus parâmetros. No CHTS o GMOE efetua as manutenções preventivas com o objetivo de aumentar a longevidade dos equipamentos, e consequentemente a diminuição de custos de manutenção corretiva.

Todos os anos, uma vez por ano, todos os equipamentos de teste que são certificados e estão sujeitos a calibrações, efetuadas pelo fabricante (grupo Fluke Biomedical). Estas calibrações são de extrema importância, pois garantem o bom funcionamento dos equipamentos de teste, e consequentemente uma eficiente verificação dos equipamentos médicos, garantindo os melhores diagnósticos.

Os próximos subcapítulos são referentes a todos os equipamentos de testes existentes no CHTS.

4.1 Analisador de Dispositivos de Infusão: IDA 4 Plus Fluke

O Analisador IDA 4 Plus Fluke, é utilizado no âmbito do controlo de parâmetros de dispositivos de infusão praticamente de qualquer marca, nomeadamente Alaris, BBraun e Sigma. Este equipamento de teste maximiza a produtividade, pois possui quatro canais de entrada, o que permite a realização de quatro testes em simultâneo a diferentes dispositivos de infusão/perfusão.

Como funções base, este analisador de dispositivos de infusão apresenta [29]:

- Verificação de testes de fluxo médio e instantâneo;
- Débito de Perfusão;

- Controlo de estágios de pressão de oclusão até 45 psi – Permite a realização de testes de alarme de pressão excessiva, ou seja, quando é detetada a oclusão (ex: artérias do paciente) o dispositivo de infusão bloqueia o fluxo e emite um alarme sonoro.
- Controlo analgésico do Paciente (PCA) – Inclui testes de bolus, tempos de bloqueio pré-programados e acionamento externo automatizado. Esta função é normalmente usada para administrar ao paciente um maior volume de fármaco durante um menor intervalo de tempo (taxa de fluxo elevada).

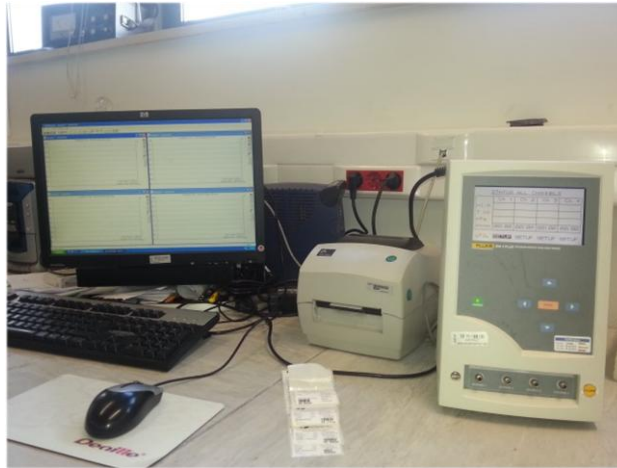


Figura 12 Analisador de dispositivos de infusão: IDA4 Plus Fluke e o respetivo *software* Hydrograph.

Na figura 12 é apresentado o analisador de dispositivos de infusão e o respetivo *software* Hydrograph. Este equipamento possui uma memória interna, permitindo efetuar uma leitura instantânea do equipamento testado. Além disto, o analisador IDA 4 Plus Fluke funciona juntamente com o *software* Hydrograph. Este *software* controla o analisador de Dispositivos de infusão, o que permite uma fácil leitura/análise em tempo real dos resultados obtidos e o seu registo [29].

4.2 Analisador de Pressão Não-Invasiva: Cufflink Fluke

O analisador de pressão não invasiva (PNI) é o equipamento de teste usado no controlo de todo o tipo de monitores de sinais vitais. Este equipamento possui como acessórios dois simuladores de braço para o ajuste do tipo de paciente e diversos conectores para a ligação da braçadeira ao equipamento de teste. A utilização deste equipamento exige uma pré-seleção do tipo de paciente (neonatal ou adulto). Consoante a escolha é necessário ajustar o simulador de braço, que deverá ser conectado ao equipamento de teste, que por sua vez insuflará a braçadeira, como representado na figura 13.

Como funções base, este analisador de PNI apresenta [33]:

- Simulação dinâmica da pressão arterial através do método oscilométrico;
- Medição automatizada de pressão;
- Valores ajustáveis de batimento cardíaco;
- Simulações generalizadas de ritmo normal, bradicardia e taquicardia;
- Permite efetuar testes de fugas das braçadeiras e dos próprios conectores.



Figura 13 Analisador de Pressão Não Invasiva: Cufflink e simuladores de braço.

4.3 Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke

O simulador multiparâmetros, representado na figura 14, é um equipamento de teste que permite testar eletrocardiógrafos e monitores de sinais vitais. Este dispositivo é portátil, de pequenas dimensões e facilmente transportável. Permite efetuar simulações de eletrocardiograma, frequência respiratória, temperatura, marca-passo e condições de arritmia.

Como funções base, este simulador multiparâmetros apresenta [34]:

- Simulação de eletrocardiograma;
- 43 seleções de arritmia cardíaca;
- Simulação de marca-passo cardíaco;
- Simulação de respiração (Parâmetros de simulação: 0, 15, 30, 40, 60, 80, 100 e 120 RPM);
- Simulação de temperatura (Parâmetros de simulação: 0, 24, 37 e 40°C);
- Simulação frequência cardíaca materna e fetal (Parâmetros de simulação: 30, 40, 45, 60, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240 e 260 BPM);
- Teste de deteção da onda R;
- Simulação do rendimento cardíaco.



Figura 14 Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke.

4.4 Simulador de Saturação de Oxigênio no Sangue (SpO₂): Index 2 Fluke

O simulador de SpO₂ é um equipamento portátil, usado para testar sensores de SpO₂ que podem estar incorporados em monitores de sinais vitais, ou equipamentos cujo objetivo é apenas a medição da saturação de oxigênio, tais como, oxímetros. Este simulador permite verificar a fiabilidade dos equipamentos através da simulação de níveis de SpO₂ e de frequência cardíaca. A simulação destes parâmetros efetua-se através de um “dedo” artificial no qual é conectado o sensor de oximetria, como é exemplificado na figura 15.

Como funções base, o simulador de saturação de oxigênio no sangue apresenta [35]:

- Simulações pré-definidas de várias condições do paciente;
- Simulação de SpO₂ (Parâmetros: 35 a 100 %);
- Simulação frequência cardíaca (Parâmetros: 30 a 250 BPM);
- Prova elétrica do sensor;
- Teste dos fotodíodos (vermelho e infra-vermelho);

Na realização dos testes com este simulador, foi usado o *software* Fluke Biomedical Ansur e as *templates* pré-definidas. Este *software* permite controlar automaticamente/manualmente o equipamento de teste e dar início a todos os testes.



Figura 15 Simulador de Saturação de Oxigénio (SpO₂): Index 2 Fluke.

4.5 Analisador de Desfibriladores: 7000DP Fluke

O analisador de desfibriladores, representado na figura 16, permite executar testes de controlo de funcionamento de equipamentos de reanimação cardíaca, incluindo desfibriladores e *pacemakers* transcutâneos. Este equipamento permite, ainda, simular sinais de eletrocardiograma, realização de testes consecutivos num curto espaço de tempo e a realização de testes de durabilidade da bateria.

Como funções base, o analisador de desfibriladores apresenta [36]:

- Testes de desempenho de desfibriladores (Parâmetros: 25 a 200 Ω e 0.1 a 600J);
- Testes de desempenho de *pacemakers* transcutâneos;
- Simulações de sinais ECG;
- Configurações de taxa de batimentos flexíveis.

Este equipamento é usado conjuntamente com o *software* Fluke Biomedical Ansur. O *software* permite controlar o equipamento, executar e iniciar automaticamente os testes de controlo com o auxílio das *templates* pré-definidas.



Figura 16 Analisador de Desfibriladores: 7000DP Fluke

4.6 Simulador Fetal: PS320 Fluke

O simulador fetal é um equipamento de teste utilizado para executar testes de controlo e identificar possíveis problemas mediante as leituras efetuadas em equipamentos como, cardiocógrafos e monitores fetais. Este equipamento é constituído por um acessório, um coração mecânico, como se pode visualizar na figura 17, que simula o coração de um feto. A frequência dos batimentos cardíacos simulados é definida no simulador fetal.

Como funções base, este simulador fetal apresenta [37]:

- Coração mecânico para simulação através de ultrassom dos batimentos cardíacos do feto;
- Simulação do transdutor TOCO (tocografia; externa ou pressão intrauterina);
- Registo da atividade uterina;
- Simulação do transdutor de ultrassom (incluindo gémeos);
- Variabilidade de batimento fetal;
- Simulação de eletrocardiograma materno (Parâmetros: 60 a 160 BPM);
- Simulação de eletrocardiograma do feto (Parâmetros: 30 a 240 BPM).



Figura 17 Simulador Fetal: PS320 Fluke e respetivo coração mecânico.

4.7 Medidor de Temperatura: 177-T4 Logger Testo

O Testo 177-T4 é um equipamento utilizado pelo SIE, que permite medir a temperatura em função do tempo nos frigoríficos de medicação. Neste equipamento podem ser conectados 4 termopares que permitem efetuar uma medição entre os -40°C a 70°C [30].

O registo da temperatura dos frigoríficos de medicação é guardado na memória do equipamento de teste e, posteriormente, transferido para o computador. Este registo permite gerar um gráfico, como mostra a figura 18, que pode ser observado no Testo-Confort *Software* para uma posterior análise dos resultados obtidos. Este *software* permite ainda selecionar a unidade de temperatura (Celsius ou Fahrenheit) e a taxa de aquisição dos dados.

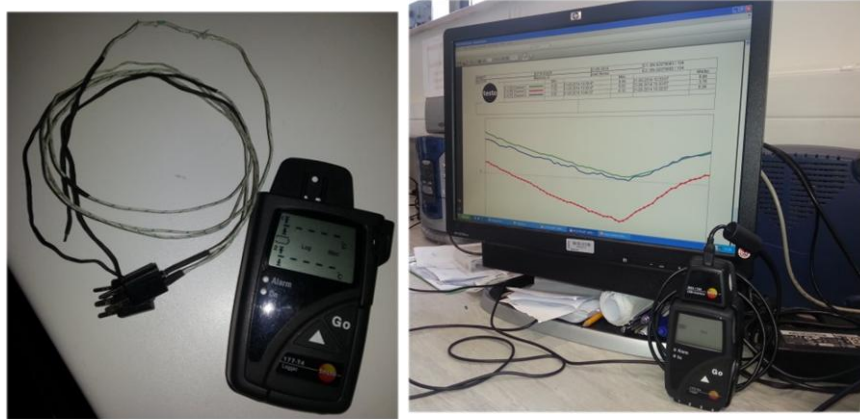


Figura 18 Medidor de Temperatura: 177-T4 Logger Testo e respetivo *software*.

4.8 Analisador de Incubadoras: INCU™ Fluke

O analisador de incubadoras representado na figura 19, está projetado para testar e detetar possíveis problemas em incubadoras infantis, berços aquecidos e mesas de ressuscitação neonatais. O analisador INCU™ permite a medição do fluxo de ar, humidade relativa, som e quatro temperaturas independentes.

Como funções base, o analisador de incubadoras apresenta [31]:

- Medição simultânea de humidade, fluxo de ar, som e temperatura;
- Possibilidade de 24 horas contínuas de testes;
- Intervalos de medição ajustáveis;
- Funciona como um dispositivo autónomo ou em conjunto com o computador para a realização automática de testes.

Este equipamento é usado em conjunto com o *software*, Incubator Analyser, que tem como objetivo a aquisição dos dados registados e guardados em memória anteriormente pelo equipamento de teste, permitindo uma posterior análise e documentação dos mesmos.



Figura 19 Analisador de Incubadoras: INCU™ Fluke e respetivo *software*.

4.9 Analisador de radiação: DALE40 Fluke

O radiômetro de fototerapia DALE40, representado na figura 20, está projetado para a medição da radiação da luz na zona azul do espectro eletromagnético (400-480 nanômetros) nos aparelhos de fototerapia que são usados principalmente para o tratamento da hiperbilirubinemia em crianças recém-nascidas. Este aparelho exerce um papel muito importante no controle da radiância e exposição da fototerapia. [38]



Figura 20 Analisador de radiação: Dale40 Fluke.

4.10 Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke

O analisador de segurança elétrica, representado na figura 21, é um equipamento que tem como objetivo a realização de uma ampla gama de testes aos componentes dos equipamentos usados no CHTS. Este equipamento permite realizar uma ampla gama de medições, nomeadamente, resistência à terra, corrente de fuga para a terra, corrente de fuga do invólucro, corrente de fuga para o paciente e corrente auxiliar do paciente. Mais especificamente, nos equipamentos hospitalares são efetuadas as medições de resistência à terra e a corrente de fuga para a terra.

Como funções base, este analisador de segurança eléctrica permite a verificação [39]:

- Resistência à terra (Parâmetros: 0 – 19.99 Ω);
- Corrente de fuga para a terra (0 – 1999 μ A);
- Corrente de fuga do invólucro (0 – 1999 μ A);
- Corrente de fuga do paciente (0 – 1999 μ A);
- Corrente auxiliar do paciente (0 – 1999 μ A).



Figura 21 Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke.

4.11 Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke

O Analisador de Fluxo de Gás, representado na figura 22, é utilizado para a análise de ventiladores mecânicos convencionais e ventiladores de alta frequência. Os dispositivos de suporte de vida, tais como, ventiladores tem regras muito restritas, e exigências a cumprir no que trata ao controlo dos seus parâmetros, portanto o VT PLUS HF, pode auxiliar o cumprimento destas exigências e a solucionar problemas de uma forma rápida e eficiente, sendo um equipamento versátil que garante que os ventiladores são testados de acordo com as especificações do fabricante. Este equipamento é usado conjuntamente com o *software* Fluke Biomedical Ansur. O *software* permite controlar o equipamento, executar e iniciar automaticamente os testes de controlo e a visualização de gráficos com o auxílio das templates pré-definidas para cada modelo de ventilador.

Como funções base, este analisador de fluxo de gás apresenta [40]:

- Medição de fluxo, pressão, volume, concentração de oxigénio e medições bidirecionais de pressão;
- Capacidade de medição de fluxo e pressões elevadas/reduzidas;
- Modo de alta frequência (Parâmetros: até 900 BPM);
- Valor mínimo, máximo, médio e absoluto e visualização de gráfico para todos os parâmetros;
- Todos os 21 parâmetros do ventilador são exibidos simultaneamente no display.



Figura 22 Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke.

4.12 Analisador electrocirurgico: QA-ES Série II Fluke

O equipamento de teste QA-ES Série II, representado na figura 23, analisa unidades de electrocirurgia com rapidez e precisão. Este equipamento oferece uma ampla gama de resistência de carga com 128 cargas selecionáveis pelo técnico, inclusive cargas muito baixas para testar os diversos tipos de unidades de electrocirurgia atuais.

Com capacidade para executar um teste de distribuição automática de energia em apenas 1 minuto, o QA-ES funciona rapidamente, economizando o tempo dos técnicos.

O plug-in do *software* Ansur QA-ES possibilita ao técnico criar e executar testes automaticamente, recolher dados e produzir relatórios usando um computador.

Como funções base, este analisador electrocirurgico apresenta [41]:

- Medição automática da distribuição de energia, inclusive potência, corrente, tensão pico-a-pico;
- Saída para osciloscópio;
- Medição de vazamento de alta frequência com precisão de $\pm 2\%$ da leitura;
- 128 cargas internas de teste selecionáveis pelo técnico de $10\ \Omega$ a $5200\ \Omega$;
- Saída para pedal para testar a unidade electrocirurgica em causa;
- *Software* de teste Ansur QA-ES com testes automatizados.



Figura 23 Analisador electrocirurgico: QA-ES Série II Fluke.

Capítulo 5

Trabalho Desenvolvido no Gabinete de Metrologia da Oficina de Eletromedicina

A crescente evolução da tecnologia nos equipamentos médicos torna-os mais complexos, contemplando um grande número de parâmetros fisiológicos. Tais equipamentos hoje são essenciais no diagnóstico e tratamento dos pacientes, havendo cada vez mais confiança por parte dos profissionais de saúde nos resultados que os equipamentos apresentam. Face a este cenário o CHTS tem vindo a preparar-se para responder às exigências específicas do âmbito da manutenção hospitalar, nomeadamente, manutenções preventivas, revisões, reparações, e substituição de peças, pelo que uma boa gestão e controlo torna-se essencial para a realização de todas estas tarefas. De forma gradual, os serviços de manutenção prestados aos equipamentos no SIE tem vindo a integrar os serviços de metrologia, garantindo desse modo as aferições regulares, permitindo verificar se os equipamentos médicos estão dentro dos parâmetros estabelecidos pelo fabricante, detetando eventuais defeitos de funcionamento que causam riscos aos pacientes, e deste modo aumentar o grau de confiança nas leituras apresentadas pelos equipamentos.

Neste sentido, o presente trabalho permitiu o conhecimento do plano de gestão e controlo implementado na UHPA e UHA do CHTS, através do acompanhamento e da realização nas manutenções preventivas e corretivas e todas as atividades inerentes de gestão associadas a estes dois processos, nomeadamente na realização de novas *templates* para os equipamentos cuja 1º manutenção vai ser realizada, e a atualização/ajuste de parâmetros em algumas *templates* já realizadas, cujo fabricante aconselha o ajuste de alguns parâmetros, ou o próprio técnico decide atualizar ou melhorar o processo de manutenção realizado.

A figura 24, demonstra o tipo e a percentagem de equipamentos num total de 459 manutenções preventivas realizadas durante o estágio no CHTS.

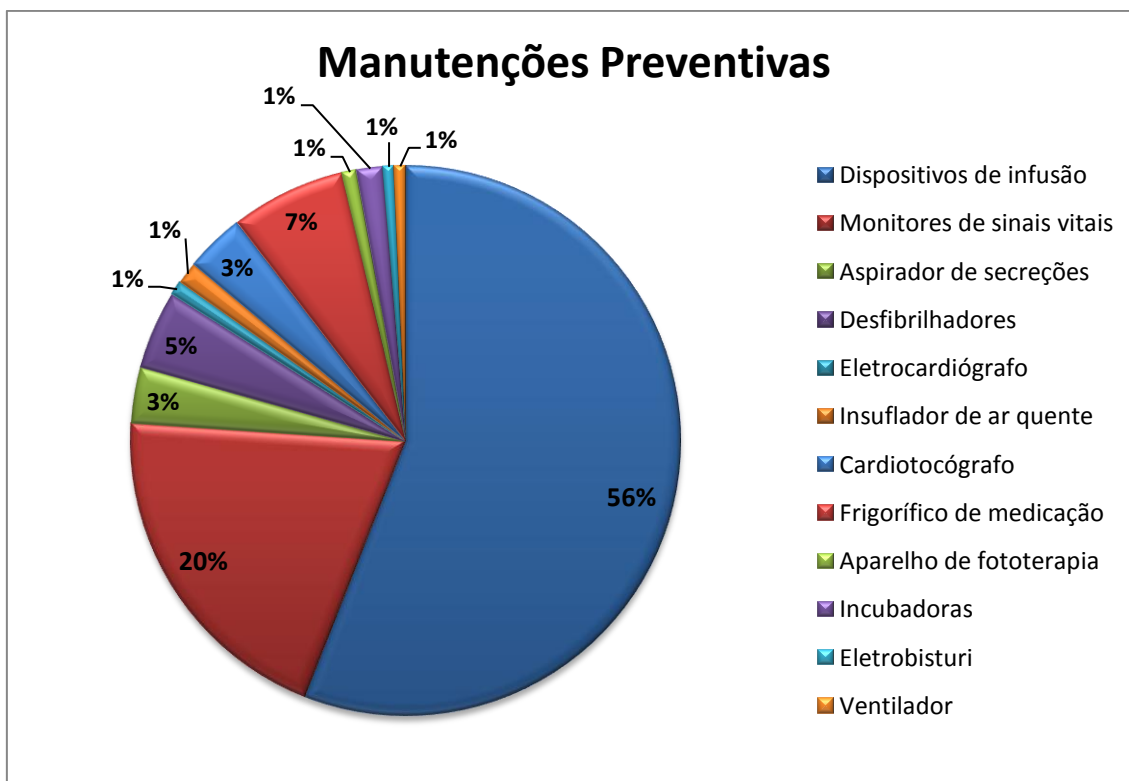


Figura 24 Gráfico representativo das manutenções preventivas realizadas.

No presente capítulo, serão apresentadas primeiramente as rotinas de manutenção preventiva, já implementadas, bem como uma tabela resumo dos procedimentos de realização de cada teste que compõem a avaliação de cada equipamento e uma análise mais em detalhe sobre a inspeção funcional de cada equipamento. Posteriormente à apresentação das rotinas de manutenção, é descrito o restante trabalho desenvolvido, nomeadamente, um poster com o título “Importância da Manutenção Preventiva”, panfletos para distribuição nos serviços, com os títulos “Importância das Manutenções Preventivas” e “A importância da manutenção preventiva na desinfeção dos equipamentos”, participação na conferência com o título “A Metrologia na Saúde”, planos de controlo e validação e a iniciação à implementação do GLEM e do RE.

5.1 Manutenções Preventivas

Neste subcapítulo são descritos procedimentos para manutenção preventiva dos equipamentos hospitalares.

5.1.1 Monitores de Sinais Vitais

Este tipo de monitor multiparamétrico permite monitorizar simultaneamente a atividade elétrica do coração, ritmo cardíaco, PNI a respiração (RSP) e a medição de SpO₂. Este equipamento deve ser compacto, leve e de fácil transporte, com bateria integrada, pois é muito utilizado no dia a dia hospitalar. Deste modo, estes equipamentos são indispensáveis pois permitem proceder a exames, diagnósticos a monitorização contínua de um paciente, permitindo uma visualização simultânea das curvas e valores no ecrã [42].

Este equipamento é acompanhado por vários acessórios nomeadamente, oxímetro de pulso, bem como o cabo intermédio de conexão ao monitor, cabo de eletrocardiograma e a braçadeira para medir PNI e os cabos de conexão da braçadeira ao monitor [42, 43].

A medição da saturação de oxigénio no sangue é efetuada a partir de um oxímetro e permite constatar a medida da saturação de oxigénio no sangue arterial, sendo medida através da colocação do sensor no dedo. Este sensor para além desta medição, permite ainda verificar o ritmo cardíaco. Como referido anteriormente o ECG é a leitura da variação dos potenciais elétricos gerados pela atividade elétrica do coração. A medição da PNI é efetuada através da insuflação de uma braçadeira. A pressão arterial caracteriza-se pela pressão exercida pelo sangue nas artérias que varia segundo um comportamento cíclico, determinado principalmente pelos batimentos cardíacos [42].

No CHTS existem 311 monitores de sinais vitais. A sua manutenção preventiva é realizada anualmente (Tabela 1).



Figura 25 Monitor de sinais vitais e respetivos equipamentos de teste.

Tabela 1 Testes efetuados nos monitores de sinais vitais.

Manutenção Preventiva de Monitores de sinais vitais
1. Inspeção visual
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral (chassis); b. Cabo de eletrocardiograma; c. Sensor de SpO₂; d. Braçadeira e mangueiras; e. Cabo de alimentação; f. Indicação de ligação à bateria; g. Estado das sondas cutâneas; h. Ficha cabo paciente; i. Verificação de etiquetas de manutenção preventiva e número de inventário.
2. Inspeção funcional
<ul style="list-style-type: none"> a. Filtro de 50 Hz; b. Seleção das derivações; c. Funcionamento em modo de bateria; d. Tensão de alimentação; e. Válvula de escape de pressão; f. Verificar sinais audíveis: arritmia, falta de elétrodos, falta do sensor de SpO₂ e pressão; g. Teste de fugas; h. Regulação luminosa; i. Botões; j. Teste de simulação da frequência cardíaca e do sinal de eletrocardiograma; k. Teste de simulação dos níveis de frequência respiratória; l. Avaliação dos parâmetros de PNI; m. Teste de simulação de SpO₂.
3. Teste de segurança elétrica
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke; c. Analisador de Pressão Não-Invasiva: Cufflink Fluke; d. Simulador de Saturação de Oxigénio no Sangue (SpO₂): Index 2 Fluke;

Os testes funcionais efetuados para a verificação dos monitores dos sinais vitais são os seguintes:

1. Teste de simulação da frequência cardíaca e do sinal de eletrocardiograma

Durante este teste são verificados os parâmetros de frequência cardíaca, com o simulador multiparâmetros, (frequência cardíaca de teste: 60, 80 e 100 BPM) níveis de ruído, morfologia do sinal de eletrocardiograma obtido no *display* do monitor, alarmes de falta de elétrodos e arritmia através da desconexão dos cabos impondo uma frequência cardíaca irregular.

Os valores de frequência cardíaca testados devem de estar num intervalo admissível de ± 1.3 BPM [44].

2. Teste de simulação dos níveis de frequência respiratória

Neste teste são verificados os níveis de frequência respiratória através do monitor e com o auxílio do equipamento de teste, simulador multiparâmetros, (frequência respiratória de teste: 20, 40 e 60 RPM).

Os valores de frequência respiratória testados devem de estar num intervalo admissível de ± 1.3 RPM [44].

3. Avaliação dos parâmetros PNI

Durante este teste são verificados os níveis de pressão previamente indicados no equipamento de teste, analisador de PNI, o estado da braçadeira e a existência de fugas. Os parâmetros de teste de PNI correspondem aos valores de pressão sistólica e diastólica (60/80, 80/120, 150/200 mmHg).

Os valores de PNI testados devem de estar num intervalo admissível de ± 3 mmHg [44].

4. Teste de simulação de SpO₂

Neste teste faz-se a verificação dos níveis de SpO₂, da frequência cardíaca e verifica-se se o alarme sonoro é emitido o caso o oxímetro seja desconectado do simulador. Para proceder à execução deste teste é necessário colocar o oxímetro no “dedo artificial” do equipamento de teste, simulador de SpO₂, de modo a que seja possível efetuar a leitura.

Os parâmetros de teste correspondem aos valores de oxigénio medido nos capilares (55 BPM, 98%). Os valores de SpO₂ e frequência testados devem de estar num intervalo admissível de 96-100% e 52-58 BPM [44].

5.1.2 Dispositivos de Infusão

Com o crescimento do uso de terapias intravenosas, tornou-se necessário desenvolver dispositivos para infundir agentes farmacológicos com pressão superior à pressão sanguínea e com precisão elevada.

Deste modo os dispositivos de infusão são dispositivos muito utilizados em ambientes hospitalares pois permitem a administração de fluidos no sistema circulatório do paciente, nomeadamente agentes farmacológicos e líquidos através de vias intravenosas, epidurais e intra-arteriais, sendo utilizadas para várias aplicações tais como, nutrição intravenosa, manutenção dos níveis apropriados de fluidos durante/após cirurgias e tratamentos, administração de medicação e infusão contínua ou intermitente de medicação, em quantidades efetivas [42, 45, 46].

As bombas infusoras consistem basicamente em três componentes: um reservatório de fluido, um dispositivo que transporta o líquido do reservatório para o paciente e um dispositivo para regular ou gerar o fluxo.

Existem vários modelos de dispositivos de infusão. No CHTS os dispositivos de infusão existentes são: Bomba de infusão peristáltica linear e Bomba de infusão automática de seringas. Nas bombas de infusão o controle de fluxo pode ser volumétrico (ml/h) ou não volumétrico (gotas/min) e os mecanismos de infusão mais usuais são os peristálticos e os de seringa. As bombas com mecanismo de infusão por seringa denominadas no quotidiano medicinal por bombas perfusoras, utilizam uma seringa como reservatório da medicação. Garantem precisão

elevada e fluxo contínuo para pequenos volumes (menores que 100 ml). Neste mecanismo a rotação do motor de passo é transmitida a um fuso que movimenta o êmbolo da seringa. Normalmente uma mola ou um mecanismo de gás é utilizado para empurrar o êmbolo com força constante, criando uma pressão de infusão constante [42].

Bomba de infusão peristáltica linear

Apresenta como principal característica o mecanismo de infusão peristáltico traduzindo-se num fluxo contínuo do fluido. Na ocorrência de oclusão, que é detetada pelo sensor de gotas, na descida do fluido, este voltará à bomba, não sendo remetido para o paciente. Este tipo de bomba caracteriza-se por administrar um grande fluxo através do esmagamento do tubo por onde passa o líquido que é infundido, considerando o movimento de fármacos de zonas de maior pressão para zonas de menor pressão. No seu LCD é mencionado o volume da infusão e o tempo restante do mesmo [42, 45].



Figura 26 Bomba de infusão peristáltica linear.

Bomba de infusão automática de seringas

São dispositivos com um fluxo menor mas com uma elevada precisão. O seu volume é limitado de acordo com a seringa usada e a sua capacidade, sendo mais apropriadas para aplicações de baixo volume. Neste caso, o motor da bomba, transmite o seu movimento rotacional ao êmbolo da seringa [42, 45].



Figura 27 Bomba de infusão automática de seringas.

No CHTS existem 442 dispositivos de infusão, estando todos estes equipamentos sujeitos a manutenção preventiva, realizada anualmente (Tabela 2).

Tabela 2 Testes efetuados nas bombas de infusão peristáltica linear e bomba de infusão automática de seringa.

Manutenção Preventiva Dispositivos de Infusão	
Bomba de infusão peristáltica linear	Bomba de Infusão Automática de Seringa
1. Inspeção visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Verificação de etiquetas de manutenção e número de inventário b. Cabo de alimentação; c. Conectores P2 e P3; d. <i>Safety Clamp</i>; e. Sensor de gotas; f. Membrana da bomba; g. Sensor de ar; h. Sensor de pressão; i. Bateria. 	<ul style="list-style-type: none"> a. Verificação de etiquetas de manutenção e número de inventário b. Cabo de alimentação; c. Conectores P2 e P3; d. Fixação da seringa; e. Membrana do êmbolo da seringa; f. Folga axial de movimentação; g. Bateria;
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Self-test</i>; b. <i>LEDs</i> de identificação; c. Alarmes sonoros; d. Alarmes visuais; e. Estado do <i>display</i>; f. Mecanismo de abertura e fecho da tampa; g. Abertura e fecho da <i>Safety Clamp</i>; h. Infusão; i. Volume; j. Pressão de oclusão; k. <i>Bolus</i>; l. Detecção de ar; m. Funcionamento em modo bateria. 	<ul style="list-style-type: none"> a. <i>Self-test</i>; b. <i>LEDs</i> de identificação; c. Alarmes sonoros; d. Alarmes visuais; e. Estado do <i>display</i>; f. Mecanismo de abertura e fecho da porta; g. Reconhecimento da seringa; h. Infusão; i. Volume; j. Pressão de oclusão; k. <i>Bolus</i>; l. Funcionamento em modo bateria.
3. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Dispositivos de Infusão: IDA 4 Plus Fluke; 	

Os testes funcionais efetuados para a verificação da bomba de infusão peristáltica linear são os seguintes:

1. Teste de Infusão e verificação do fluxo

Este teste pretende verificar se a bomba injeta o volume de líquido programado e se a infusão ocorre com um fluxo constante.

Para proceder a este teste, é necessário proceder a toda a conexão do sistema (reservatório de fluido com o líquido de teste, linha prolongadora, bomba infusora, analisador de dispositivos de infusão, e por último a conexão ao *software* Hydrograph). Posteriormente define-se na bomba infusora o fluxo de infusão de 200 ml/h (para as bombas pediátricas é 50 ml/h) e no Hydrograph (separador Flow) o mesmo fluxo definido na bomba e um volume a infundir de 50 ml (nas bombas pediátricas o valor é de 12.5 ml). De seguida começa-se o teste que tem a duração aproximadamente de 15 minutos. O volume e o fluxo registados pelo Hydrograph, segundo o manual de serviço do próprio equipamento, devem de estar dentro de um intervalo de tolerância de 5% (para o volume de infusão, o volume admitido será ± 2.5 ml durante ± 45 segundos).

2. Teste de oclusão

O principal objetivo deste teste é a verificação do aumento da pressão na linha de infusão e testar a capacidade de interrupção do fluxo por parte da bomba quando esta ultrapassa uma dada pressão máxima. Esta função é bastante útil para detetar obstruções nas veias do paciente ou obstruções do próprio tubo que impede que o líquido seja infundido.

Neste teste programa-se um fluxo de 200 ml/h (no caso das bombas pediátricas é 50 ml/h), no Hydrograph (no separador Occlusion) e na própria bomba. De seguida inicia-se a infusão de líquido e procede-se ao início do teste da oclusão onde se verifica o aumento da pressão através do Hydrograph. Depois é necessário verificar se a bomba emite os alarmes aquando da paragem do fluxo de infusão, ou seja quando os valores baixam drasticamente no Hydrograph. Os valores são comparados com os valores padrão, consoante a sua marca e modelo.

3. Teste de Bolus

Este teste pretende verificar se a bomba infunde, ao longo de um período pré-definido, um volume de líquido superior ao administrado ao doente inicialmente. Neste teste é possível programar o volume e o tempo de infusão, sendo que o fluxo é depois ajustado automaticamente pelo equipamento. Durante a execução destes teste programa-se um fluxo de infusão de 200 ml/h (ou 50 ml/h no caso de dispositivos de infusão pediátricos) na bomba e no Hydrograph (no separador PCA). Posteriormente indica-se um volume total de bolus de 10 ml durante 45 segundos. Por fim verifica-se se no Hydrograph foi detetado o bolus através de um pico, a um caudal de 800 ml/h bem como o volume programado e o tempo total. De acordo com o manual de serviço, são admitidos desvios de $\pm 5\%$.

Os testes funcionais efetuados para a aferição da bomba de infusão automática de seringas são os seguintes:

1. Teste de Infusão e verificação do fluxo

Este teste pretende verificar tal como nas bombas infusoras se a seringa injeta o volume de líquido programado e se a infusão ocorre com um fluxo constante.

Para proceder a este teste, é necessário proceder a toda a conexão do sistema (seringa com o líquido de teste, linha prolongadora, analisador de dispositivos de infusão, e por último a conexão ao *software* Hydrograph). Posteriormente define-se na bomba perfusora para um fluxo de 200 ml/h e no Hydrograph (seapardor Flow) o mesmo fluxo definido na bomba. O volume a infundir depende da seringa que se utiliza. De seguida começa-se o teste que tem a duração aproximadamente de 15 minutos. O volume e o fluxo registados pelo Hydrograph, segundo o manual de serviço do próprio equipamento, devem de estar dentro de um intervalo de tolerância de 5% (para o volume de infusão, o volume admitido será ± 2.5 ml durante ± 45 segundos).

2. Teste de oclusão

O principal objetivo deste teste é a verificação do aumento da pressão na linha de infusão e testar a capacidade de interrupção do fluxo por parte da bomba quando esta ultrapassa uma dada pressão máxima. Os procedimentos são os que foram descritos anteriormente para as bombas infusoras.

3. Teste de Bolus

Este teste pretende verificat se a seringa infunde, ao longo de um período pré-definido, um volume de líquido superior ao administrado ao doente inicialmente. Neste teste é possível programar o volume e o tempo de infusão, sendo que o fluxo é depois ajustado automaticamente pelo equipamento. Os procedimentos são os que foram descritos anteriormente para as bombas infusoras.

Como complemento às manutenções realizadas foi realizado um estudo sobre um total de 255 dispositivos de infusão sobre a percentagem de dispositivos de infusão que não passavam nos testes de verificação e que foram encaminhadas para a manutenção corretiva da oficina de eletromedicina.

Modelo	Perfusor fm	Infusomat fms	Perfusor space	Infusomat space	Perfusor compact	Fresenius
Total de Dispositivos de Infusão	51	95	35	35	35	4
Percentagem	39%	66,32%	5,71%	8,57%	0%	0%

Figura 28 Percentagem de dispositivos de infusão que foram sujeitos a manutenção corretiva.

Como se pode verificar através da tabela o Modelo Infusomat fms e Perfusor fm apresentam uma maior incidência de desvios dos parâmetros aconselhados pelo fabricante. Estes desvios podem ser explicados pela antiguidade dos equipamentos e por possíveis quedas ou degradação dos próprios.

5.1.3 Aspirador de Secreções

Os aspiradores de secreções é indicado para a aspiração de fluídos orais, nasais e traqueais em adultos ou crianças. Os aspiradores de secreções que existem no CHTS são constituídos por um ou dois frascos de 3, 4 e 5 litros, para a deposição das excreções e secreções, funcionando através de um sistema de vácuo que permite regular a pressão e o fluxo de aspiração.



Figura 29 Aspirador de secreções.

No CHTS existem 87 aspiradores de secreções. As suas manutenções preventivas são realizadas anualmente, sendo testadas as suas várias funcionalidades (Tabela 3).

Tabela 3 Testes efetuados no aspirador de secreções.

Manutenção Preventiva de Aspirador de Secreções
1. Inspeção visual
<ul style="list-style-type: none"> a. Danos no exterior do equipamento; b. Cabo de alimentação; c. Sistema de sinalização; d. Botões, controlos, <i>display</i> e indicadores; e. Sinais de calor excessivo ou danificados.
2. Inspeção funcional
<ul style="list-style-type: none"> a. Sucção; b. Respostas aos vários graus de pressão.
3. Teste de segurança elétrica

a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke.

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos aspiradores de secreções são os seguintes:

1. Verificação geral

Verifica-se se o equipamento faz o controlo eficaz das aspirações, testando a sucção e as respostas aos vários graus de pressão.

5.1.4 Desfibrilhador

O conceito de desfibrilhação foi introduzido em 1899 por Prevost e Batelli após uma experiência onde foi aplicado um choque de alta voltagem no coração de um cão com fibrilhação ventricular [47].

O desfibrilhador é um equipamento médico constituído por duas pás, ligadas através de cabos, a um equipamento que transforma a energia elétrica em choques elétricos. A intensidade dos choques é regulável e pode chegar até 360 joules. As duas pás descarregam os choques na parede anterior do tórax. O desfibrilhador é utilizado com o objetivo de reverter as arritmias cardíacas pela aplicação de um pulso de corrente elétrica de grande amplitude num curto período de tempo num paciente. Esta corrente ao atravessar o coração, força uma contração das fibras cardíacas, possibilitando o restabelecimento de um ritmo normal [47].



Figura 30 Desfibrilhador e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 39 desfibrilhadores. Todos estes são desfibrilhadores são semi-automáticos, e possibilitam monitorizar alguns parâmetros nomeadamente, ECG, PNI e SpO₂. Este tipo de equipamentos tem uma periodicidade de manutenções preventivas semestral, onde são avaliados alguns parâmetros de funcionamento (Tabela 4).

Tabela 4 Testes efetuados no desfibrilhador.

Manutenção Preventiva de Desfibrilhador
1. Inspeção visual
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral do carrinho ou outros mecanismos de fixação; b. Estado geral do equipamento; c. Cabos de conexão com as pás; d. Cabos de eletrocardiograma e derivações; e. Cabo SpO₂ e sensor. f. Braçadeira de PNI e tubo; g. Botões, indicadores, mostradores luminosos e telas gráficas; h. Bateria e carregador; i. Impressora.
2. Inspeção funcional
<ul style="list-style-type: none"> a. Inspeção operacional; b. Teste de controles; c. Teste do <i>display</i>; d. Teste da impressora; e. Verificar calibração PNI; f. Verificar segurança das pás; g. Teste de simulação SpO₂; h. Avaliação dos parâmetros de PNI; i. Teste de simulação de frequência cardíaca e do sinal de eletrocardiograma; j. Teste de medição de energia; k. Teste do tempo de carga; l. Teste da capacidade da bateria; m. Teste de sincronização de tempo; n. Teste de repetição de pulso de desfibrilhação; o. Teste de parâmetros pacer.
3. Teste de segurança elétrica
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Analisador de Desfibrilhadores: 7000DP Fluke;

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos desfibrilhadores são os seguintes:

1. Teste de simulação de SpO₂

Este teste permite fazer a verificação dos níveis de SpO₂ e da frequência cardíaca, bem como testar se os alarmes sonoros são emitidos. O procedimento efetuado e os valores de teste são os mesmo que foram enunciados para os monitores de sinais vitais.

2. Avaliação dos parâmetros de PNI

Ao longo deste teste são verificados os parâmetros de pressão programados, o estado da braçadeira e a existência de fugas de ar. O procedimento efetuado e os valores de teste são os mesmo que foram enunciados para os monitores de sinais vitais.

3. Teste de simulação da frequência cardíaca e do sinal de eletrocardiograma

Durante este teste são verificados os parâmetros de frequência cardíaca, no simulador multiparâmetros, e verificados os níveis de ruído, morfologia do eletrocardiograma, obtido no display do desfibrilhador e os alarmes de arritmia e de falta de elétrodos. Os procedimentos efetuados são os mesmos que foram enunciados nos monitores de sinais vitais.

4. Teste de Medição de energia

Este teste é efetuado para verificar se a energia aplicada no paciente através do choque elétrico é a mesma que foi programada previamente pelo operador. Para executar o teste é necessário a conexão do desfibrilhador ao equipamento de teste, pois a sua execução é feita através da *template* previamente criada, onde se pode verificar os valores de *Preset Energy* (nível de energia de descarga) e *External Load* (valor da resistência interna do desfibrilhador), que de acordo com o manual de serviço são, 200 J e 50 Ω respetivamente. No final do teste é apresentado na *template* o nível de descarga e o resultado do teste. O nível de descarga (efetuado no equipamento de teste) admitido deverá respeitar o intervalo definido de ± 30 J [44].

5. Teste do tempo de carga

Durante este teste é avaliado o período de tempo que demora uma descarga elétrica. O procedimento aplicado neste teste é igual ao procedimento descrito anteriormente.

6. Teste da capacidade da bateria

Neste teste pretende-se verificar se o desfibrilhador é capaz de efetuar 15 descargas durante 15 minutos (uma descarga por minuto). No final de cada ciclo o tempo de carga deverá ser menor que 15s.

7. Teste de repetição de pulso de desfibrilhação

Este teste pretende verificar se a bateria está em bom estado e se é possível efetuar 10 descargas em 5 minutos, sem qualquer necessidade de recarregar ou trocar de bateria (no início deste teste a bateria deve de estar totalmente carregada).

8. Teste de parâmetros Pacer

Efetua-se a verificação da amplitude, energia, gama de pacer e largura de pulso descritos na *template* do equipamento. Para proceder a este teste deve-se selecionar a opção pacer no desfibrilhador e indicar os valores de amplitude e valor de gama de teste sugeridos pelo manual de serviço.

5.1.5 Eletrobisturi

A eletrocirurgia é um método moderno que, devido aos avanços científicos e tecnológicos que existem nessa área, possui muitas vantagens quando comparado aos procedimentos utilizando bisturis convencionais. É uma técnica cirúrgica que se realiza nos tecidos moles por meio da aplicação de correntes elétricas de alta frequência. O equipamento de eletrocirurgia de alta frequência, também denominado electrobisturi, é um equipamento que permite a passagem de uma corrente alternada de alta frequência através dos tecidos corporais. Variando o modo de aplicação deste tipo de corrente, o cirurgião pode utilizá-lo com a finalidade de produzir aquecimento local instantâneo e controlado para obter efeitos específicos de corte e coagulação [48].

A eletrocirurgia é o uso de radiofrequência de corrente alternada para elevar a temperatura intracelular. Num eletrobisturi, quando o elétrico entra em contacto com o tecido, é produzido um intenso calor intracelular devido à corrente de alta frequência. O calor produzido volatiliza as células, e a ponta do bisturi é guiada através do tecido, deixando um caminho de “destruição celular” sob a forma de incisão ou de superfície coagulada. Um segundo elétrico é utilizado como caminho de retorno ao gerador [49, 50].

Como referido anteriormente o eletrobisturi apresenta algumas vantagens sobre o bisturi convencional, pois apresenta uma maior exatidão da incisão cirúrgica, uma redução na perda de sangue através da sua coagulação, possibilidade de efeito simultâneo de corte e coagulação, destruição de células no local da incisão contribuindo para minimizar o risco de disseminação de células anormais e redução do tempo cirúrgico [49].

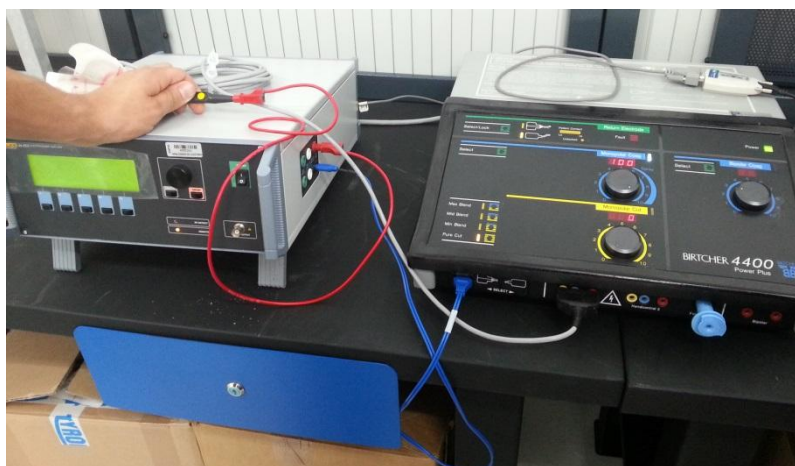


Figura 31 Eletrobisturi e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 18 eletrobisturis, cuja manutenção é realizada semestralmente (Tabela 5).

Tabela 5 Testes efetuados no eletrobisturi.

Manutenção Preventiva de eletrobisturi
1. Inspeção visual
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral (chassis); b. Indicação de ligação à rede; c. Automático/fusível; d. Cabos/Conectores; e. Painel frontal/<i>Switchs</i>; f. Etiqueta de manutenção preventiva e número de inventário.
2. Inspeção funcional
<ul style="list-style-type: none"> a. Limpeza interior/exterior; b. Monopolar Effect (500 ohms); c. Monopolar Forced – Coag (350 ohms); d. Bipolar Coag (100 ohms); e. Leakage test; f. Bipolar leakage test.
3. Teste de segurança elétrica
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra;

b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
a. Analisador de segurança elétrica: DALE601E Fluke; b. Analisador eletrocirúrgico: QA-ES Série II Fluke.

Os testes funcionais efetuados para a verificação dos eletrobisturis são os seguintes:

1. Monopolar effect (500 ohms)

Modo monopolar simples de corte. Neste teste o eletrobisturi é ligado no modo monopolar de corte. No aparelho de electrocirurgia é selecionado o programa 4 (no caso do modelo Erbe 350) e é testado o modo de corte, sendo que o eletrobisturi é ligado nesta secção que corresponde à cor amarela neste modelo de equipamentos. São testadas três potências, 300, 150 e 60 W.

2. Monopolar Forced – Coag (350 ohms)

Neste teste são verificados os modos monopulares de coagulação que apresenta dois tipos de coagulação (Coag1 e Coag2), correspondendo este tipo á cor azul localizada no centro do equipamento. São testadas as potências de 120,80 e 40 W.

3. Bipolar Coag (100 ohms)

É testado o modo bipolar de modo semelhante aos descritos anteriormente, sendo testadas as potências de 120, 80 e 40 W. Neste tipo de equipamento pode também ser utilizado um pedal que poderá comandar o corte feito pelo elétróbisturi, logo também deve de ser testado.

4. Leakage test

Por fim é realizado o teste de fugas, sendo este realizado apenas no modo de corte com uma potência de 100w.

5.1.6 Ventilador

A ventilação é definida como “a troca de ar entre a atmosfera e os alvéolos” [51]. Esta função é permitida devido ao sistema respiratório, que inclui as vias aéreas, pulmões e músculos respiratórios, e trabalha juntamente com o sistema cardiovascular. O processo de troca gasosa ocorre na região alveolar dos pulmões. Durante a respiração, o ar é aspirado para os pulmões, havendo expansão da parede torácica e contração do diafragma, criando uma pressão negativa na cavidade torácica relativamente à pressão atmosférica [52]. Por isso, numa respiração normal, o fluxo de ar para os pulmões é gerado por causa da pressão negativa. Convencionalmente, a inspiração é ativa e a expiração passiva. Normalmente, os músculos respiratórios funcionam apenas durante a inspiração, de modo a mover o ar ambiente para os alvéolos e permanecem de forma passiva durante a expiração.

Em repouso, entre respirações, a pressão no interior das vias respiratórias é o mesmo que a pressão atmosférica. Em condições normais, a respiração é um processo ativo, em que o

movimento do diafragma e dos músculos da caixa torácica cria gradiente de pressão e, portanto, permite que o fluxo de ar para dentro ou para fora dos pulmões [52].

Assistência ventilatória pode ser entendida como a manutenção da oxigenação e/ou da ventilação dos pacientes de maneira artificial até que estes estejam capacitados a reassumi-las. Esta assistência torna-se importante para os pacientes submetidos à anestesia geral e para pacientes internados com insuficiência respiratória [52].

O ventilador pulmonar é definido como um dispositivo automático conectado às vias aéreas com o objetivo de aumentar ou fornecer a ventilação ao paciente, enquanto o termo ventilador mecânico é uma denominação genérica que se destina a designar todo e qualquer equipamento que proporciona ventilação artificial em seres humanos [52].

Existem vários tipos de ventiladores artificiais todos com o mesmo fim, a simulação do ciclo respiratório. A principal diferença nos ventiladores são as variáveis que estão a ser controladas. Todos os tipos de ventiladores são utilizados na atualidade, pois apresentam vantagens para certos casos e desvantagens para outros. A ventilação com pressão controlada, apesar de estar também dependente do fluxo e volume respiratório, tem como principal objetivo, assegurar um nível de pressão inspiratória constante durante o tempo inspiratório que é pré-programado. Desta forma, é garantido, que a duração da inspiração se encontra de acordo com os ciclos respiratórios normais [52].

Os conhecimentos sobre os mecanismos de lesão pulmonar e os avanços tecnológicos dos ventiladores mecânicos permitiram o desenvolvimento de vários modos de ventilação tendo como prioridade a manutenção de uma adequada troca gasosa e a preservação da microestrutura pulmonar.



Figura 32 Ventilador e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 46 ventiladores pulmonares e a sua manutenção é realizada semestralmente (Tabela 6).

Tabela 6 Testes efetuados no ventilador.

Manutenção Preventiva de Ventiladores	
1. Inspeção visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral do equipamento b. Cabos de alimentação; c. Interruptor; d. Mangueira e conector O₂/Ar; e. Sensor O₂; f. Sensor de CO₂; g. Display; h. Etiqueta de manutenção preventiva e número de inventário. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Autoteste; b. Alarme auxiliar; c. Válvula expiratória; d. Sensor de fluxo; e. Válvula comutação Ar/O₂; f. Válvula de segurança; g. Alimentação de gás; h. Calibração do sensor de fluxo; i. Calibração do sensor de O₂; j. Calibração do sensor de CO₂; k. Estanticidade do circuito do paciente; l. Alarme falta de alimentação; m. Alarme Falta Pressão O₂; n. Alarme Falta Pressão Ar; o. Apneia; p. Ventilação IPPV; q. Ventilação CPAP; r. Ventilação SIMV; s. Ventilação ASB. t. Kit de manutenção 	
3. Teste de segurança elétrica	
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga. 	
4. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke. 	

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos ventiladores pulmonares são os seguintes:

1. Autocalibração do O₂, CO₂ e fluxo de ar

Aquando da iniciação da manutenção preventiva o equipamento é iniciado, é conectada a garrafa de O₂ e de ar comprimido, e automaticamente o equipamento inicia a sua autocalibração. Só quando esta é finalizada é que se pode proceder aos próximos passos da manutenção preventiva.

2. Kit de manutenção

Verificação da necessidade da troca do *kit* de manutenção, podendo este ser de ano a ano, dois em dois anos ou três em três anos (troca de membranas, vedantes e filtros) exigidos pelo fabricante.

3. Testes de Ventilação

Nesta fase o ventilador é conectado ao equipamento de teste e este por sua vez ao *software* Fluke Biomedical Ansur. É iniciada a template relativa à marca e modelo do equipamento em questão, onde constam os valores que devem de ser inseridos no ventilador, nomeadamente o pico de pressão de inspiração, a média da pressão das vias aéreas, nível de O₂, pressão expiratória positiva, fluxo de ar, taxa de respiração, volume por minuto e volume de expiração. Após este procedimento o teste é iniciado durando cerca de uma hora. Posteriormente todos estes parâmetros serão demonstrados em gráfico e tabela no *software*, assim como os intervalos nos quais podem variar os valores, dependendo da marca e do modelo em teste. Os valores de teste normalmente usados no ventilador para fazer os testes são: O₂ - 30%, VT (volume por minuto) - 520 MLPM (mililitros por minuto), T_{insp} (tempo de inspiração) - 1.70 segundos, f (frequência cardíaca)- 11 BPM e Peep (Pressão expiratória positiva) - 5 cmH₂O e pico de pressão de inspiração – 20 cmH₂O. Para este caso respetivamente os intervalos que estão contidos na template para validar os resultados são: frequência cardíaca- 10-12 BPM, Volume por minuto- 470-570 MLPM, T_{insp}- 1.6-1.8 segundos, Pico de Pressão de Inspiração- 18-22 cmH₂O, Peep- 4-6 cmH₂O e por fim Nivel de O₂-27-33%.

5.1.7 Eletrocardiógrafos

O eletrocardiógrafo é um equipamento que regista a atividade elétrica do coração através de elétrodos (10 eléctrodos com 12 variações) fixados no doente. Este equipamento regista as alterações de potencial eléctrico entre dois pontos do corpo. Estes potenciais são gerados a partir da despolarização e repolarização das células cardíacas. A disposição dos elétrodos no corpo segue padrões e depende do tipo de exame que se deseja fazer, sendo sempre justaposto à pele com o auxílio de um gel eletrolítico. Deste modo, o principal objetivo deste equipamento é a obtenção de eletrocardiogramas e a possibilidade de deteção de alterações, que possam indicar a presença de doença cardíaca nomeadamente, alterações do tamanho do coração, arritmias, bloqueios, isquemia cardíaca e morte súbita. Este tipo de exame não é invasivo, é bastante rápido e não causa dor ao paciente. [53]

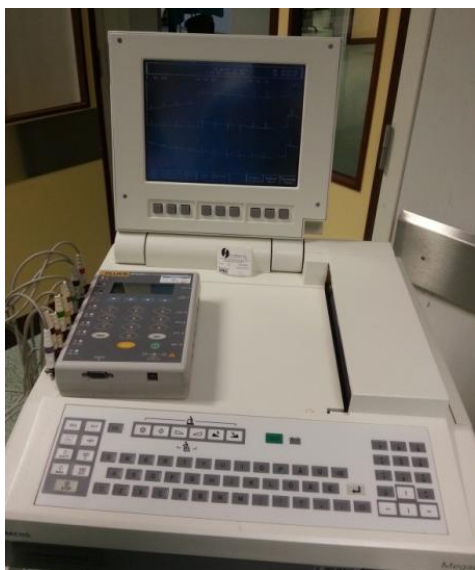


Figura 33 Eletrocardiógrafo e respectivo equipamento de teste.

No CHTS existem 23 eletrocardiógrafos, sendo a sua manutenção preventiva realizada anualmente (Tabela 7).

Tabela 7 Testes efetuados no electrocardiógrafo.

Manutenção Preventiva de Eletrocardiógrafos
1. Inspeção visual
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral do equipamento; b. Cabo de alimentação; c. Estado geral do cabo de electrocardiograma e respectivas derivações;
2. Inspeção funcional
<ul style="list-style-type: none"> a. Botões; b. Alarme de falta de eléctrodos; c. Alarme de arritmias; d. Estado da bateria; e. Estado do <i>Keyboard</i>; f. Estado do <i>display</i>; g. Estado da impressora.
3. Teste de segurança elétrica
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Simulador Multiparâmetros: MPS450 Fluke;

Os testes funcionais efetuados para a verificação dos eletrocardiógrafos são os seguintes:

1. Verificação Geral

Verifica-se se o funcionamento das derivações de electrocardiograma associadas ao eletrocardiógrafo com o respetivo equipamento de teste, bem como o estado da informação obtida no *display*, através de um teste guiado pelo do próprio *software* do equipamento. Neste teste verifica-se o estado do *display*, *keyboard*, impressora, bateria e se os alarmes estão a funcionar corretamente.

5.1.8 Cardiotocógrafos

O cardiotocógrafo é um equipamento que possibilita a avaliação do bem estar fetal, através de registo contínuo de gráficos de frequência cardíaca fetal, contrações uterinas e movimentos fetais anteparto ou intraparto. Este procedimento pode ser realizado sem que ocorra a interferência de um profissional, denominando-se de basal, e caso se utilizem mecanismos mecânicos ou vibro-acústicos é designada de cardiotocografia estimulada [54]. A cardiotocografia é um método não invasivo e é realizado através da pele da mãe. O cardiotocógrafo possui um transdutor TOCO, sensível à pressão, que mede atividade uterina (frequência, duração e coordenação das contrações uterinas). O transdutor de ultrassom (US), é constituído por cristais piezoelétricos, e avalia a frequência fetal [54].



Figura 34 Cardiotocógrafo e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 35 cardiotocógrafos. A sua manutenção preventiva é realizada com uma periodicidade anual, sendo testadas as suas várias funcionalidades (Tabela 8).

Tabela 8 Testes efetuados no cardiotocógrafo.

Manutenção Preventiva de Cardiotocógrafos	
1. Inspeção visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral do equipamento; b. Estado do carro de transporte; c. Estado dos acessórios: transdutores, sensores, cabos e cinto; d. Cabo de alimentação; e. <i>Display</i>. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Substituição de baterias; b. Testar impressora; c. Efetuar <i>self-test</i>; d. Teste mecânico – Transdutor TOCO; e. Simulação TOCO; f. Simulação US; g. Simulação US mecânica. 	
3. Teste de segurança elétrica	

<ul style="list-style-type: none">a. Resistência à terra;b. Corrente de fuga.
4. Equipamentos de teste usados
<ul style="list-style-type: none">a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke;b. Simulador Fetal: PS320 Fluke;

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos cardiotocógrafos são os seguintes:

1. Teste mecânico Transdutor TOCO

Este teste permite verificar se a atividade uterina está a ser devidamente registada pelo transdutor. Neste teste coloca-se o transdutor TOCO sobre uma superfície plana e com a base de medição voltada para cima verifica-se se no display aparece a informação pretendida.

2. Simulação TOCO

Este teste permite avaliar se os valores medidos no cardiotocógrafo correspondem aos valores reais medidos da atividade uterina simulados com o equipamento de teste (simulador fetal). Neste teste coloca-se os valores de TOCO pré-definidos pelo manual de serviço no simulador fetal e verifica-se posteriormente se cardiotocógrafo exemplifica corretamente estes valores. Segundo o manual de serviço do equipamento os valores deverão estar num intervalo de $\pm 2\text{mmHg}$.

3. Simulação US

Este teste tem como objetivo avaliar o funcionamento do transdutor US e verificar o funcionamento dos cristais piezoelétricos que constituem o transdutor. Deve verificar-se se os LED's vermelho e verde estão a funcionar corretamente no cardiotocógrafo, sendo que o verde significa que o sinal captado é bom e o vermelho significa que o sinal é fraco. Neste teste deve-se bater levemente com o dedo e verificar se o som é similar com o de um batimento cardíaco. Se for significa que os cristais estão a funcionar corretamente.

4. Simulação US mecânica

Este teste pretende avaliar o funcionamento do transdutor US e verificar se o cardiotocógrafo mede corretamente os valores simulados no equipamento de teste usado (simulador fetal). Neste teste procede-se a conexão do transdutor, cardiotocógrafo, simulador fetal e coração mecânico. De seguida, verifica-se a frequência cardíaca colocando o coração mecânico sobre o transdutor. Aguardar que seja audível o som dos batimentos cardíacos simulados e que acenda a luz verde indicando a boa qualidade do sinal. Por último verificar se os valores obtidos no *display* correspondem a um valor admissível para o teste em execução, ± 3 BPM (informação obtida através do manual de serviço).

Alguns cardiotocógrafos permitem avaliar os parâmetros de PNI, SpO₂, frequência maternal e perfil de movimentos do feto. Para os equipamentos que possuem todas estas funcionalidades, deverão ser efetuados os testes na execução da manutenção preventiva, de acordo com o manual de serviço do equipamento.

5.1.9 Frigoríficos de Medicação

Os frigoríficos de medicação desempenham uma função muito importante dentro do hospital, na medida em que conservam alguns produtos (maioritariamente fármacos) para que estes não se degradem nem percam as suas características iniciais, pelo que a manutenção preventiva deste equipamento é fundamental.



Figura 35 Frigorífico de medicação e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 71 frigoríficos, sendo submetidos semestralmente a manutenção preventiva, verificando-se os seus principais componentes (Tabela 9).

Tabela 9 Testes efetuados no frigorífico de medicação.

Manutenção Preventiva de Frigoríficos de Medicação	
1. Inspeção Visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Existência de danos no exterior/interior do equipamento; b. Estado geral do cabo de alimentação; c. Existência de sinais de corrosão no interior do equipamento; d. Componentes elétricos apresentam sinais de calor excessivo ou deteriorados; e. Estado da vedação da porta e dos mecanismos de bloqueio; f. Funcionamento do indicador de temperatura e circuitos de alarme; g. Funcionamento dos alarmes remotos e sistemas de sinalização; h. Estado e limpeza das mangueiras de drenagem, ventilador, compressor e condensador; i. Verificar ruído excessivo; j. Funcionamento dos botões, controles, <i>displays</i> e indicadores. k. Verificar a iluminação. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Fugas de gás; b. Verificação da temperatura. 	
3. Teste de segurança elétrica	
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga. 	
4. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Medidor de Temperatura: 177-T4 <i>Logger Testo</i>; 	

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos frigoríficos de medicação são os seguintes:

1. Verificação da temperatura

Verifica se o equipamento faz o controlo eficaz da temperatura em diversas zonas. Para isto, é necessário conectar os sensores de temperatura ao equipamento de teste e introduzi-los em três pontos diferentes no interior do frigorífico. Deve-se aguardar pelo menos 20 minutos para o equipamento de teste adquirir temperaturas suficientes para efetuar o gráfico final (Testo Confort – *Software Basic*) que vai integrar o relatório final. De acordo com o manual de serviço, a diferença de temperaturas entre duas sondas não deverá ultrapassar $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

5.1.10 Aparelho de fototerapia

A fototerapia é utilizada no tratamento da hiperbilirrubinemia neonatal, submetendo o paciente a uma exposição de radiação concentrada na zona azul do espectro eletromagnético, por um determinado tempo a ser decidido pelo médico. Durante o tratamento, o paciente é acomodado num berço aquecido/incubadora/berço hospitalar, dependendo do seu estado clínico. O aparelho de fototerapia deve de possuir ajuste de altura e direção do foco, para permitir um melhor manuseamento e um melhor aproveitamento da luz. Este equipamento é constituído por lâmpadas halogéneas que proporcionam alta intensidade de luz. Um filtro de vidro especial localizado na frente da lâmpada tem a propriedade de filtrar os raios infravermelhos que produzem aquecimento, e os raios ultravioletas, lesivos à pele, passam e são filtrados através de uma lente plana especial para direcionar a luz [55].



Figura 36 Aparelho de Fototerapia e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 17 aparelhos de fototerapia, a sua manutenção preventiva é realizada uma vez por ano (Tabela 10).

Tabela 10 Testes efetuados no aparelho de fototerapia.

Manutenção Preventiva de Aparelhos de Fototerapia	
1. Inspeção Visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral (chassis); b. Cabo de alimentação; c. Interruptor; d. Contador; e. Tela; f. Etiqueta de manutenção preventiva e número de inventário. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Limpeza interior; b. Verificação do contador; c. Substituição da lâmpada; d. Reiniciar contador; e. Verificação da radiância. 	
3. Teste de segurança eléctrica	
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga. 	
4. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Simulador de radiação: DALE40 Fluke; 	

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos aparelhos de fototerapia são os seguintes:

1. Verificação do contador

Neste teste verifica-se se o contador no aparelho de fotometria. Neste contador é apresentado o número de horas que as lâmpadas já estiveram ligadas. Se já ultrapassou o número de horas, ou se está próximo, procede-se á troca das lâmpadas.

2. Reiniciar o contador

Sempre que as lâmpadas são mudadas, o contador é reiniciado e ligado a partir do momento que se coloca a lâmpada nova.

3. Verificação da radiância

Neste teste é verificada a radiância, sendo que verifica-se o valor que é dado pelo equipamento de teste. Neste procedimento coloca-se o aparelho de fototerapia a uma distância equivalente à de um recém-nascido, e liga-se o equipamento de teste que faz a aquisição de dados durante cerca de 10 minutos. Posteriormente o valor do *output* do equipamento de teste é comparado com os valores de referência do equipamento em causa. Caso o número de horas ainda não tenha sido ultrapassado, mas a radiância esteja abaixo do limite, procede-se á substituição das lâmpadas. O valor mínimo é $4\mu\text{W nm/cm}^2$, se estiver abaixo deste valor a lâmpada tem de ser trocada, porém não existe valor máximo definido pois depende de alguns fatores nomeadamente o tipo de lâmpada, a distância que esta se encontra do bebé, e o tipo de material de que é feito o fato do bebe quando esta a receber a fototerapia.

5.1.11 Incubadoras

A Incubadora é um equipamento de extrema importância e indispensável nos hospitais, principalmente nos serviços de maternidade e neonatologia, assegurando uma possibilidade de tratamento efetivo. Este equipamento é especialmente concebido para proporcionar ao recém-nascido as condições ambientais ideais quando tiver dificuldades para se adaptar ao meio externo [56].

A incubadora proporciona aos recém-nascidos de alto risco, proteção térmica, isolamento e uma completa observação visual, proporcionando um ambiente controlado nomeadamente através de fluxo de ar interior, humidade relativa do ar, oxigénio, temperatura e nível sonoro. De facto, a principal função da incubadora é fazer com que o bebé mantenha uma temperatura corporal constante, embora também permita regular a humidade do ar, algo muito importante no ambiente de um hospital, pois a ventilação pode tornar o ar muito seco para o bebé. Para além disso, serve igualmente para fornecer o suplemento de oxigénio de que o recém-nascido pode necessitar, sobretudo em caso de prematuro com pulmões ainda pouco desenvolvidos. Deste modo, o clima criado no interior das incubadoras vai levar ao rápido desenvolvimento do recém-nascido com menor risco de contrair doenças [56].

A duração da permanência do recém-nascido na incubadora depende das condições e do peso do bebé. Embora seja mais comum, a maioria dos prematuros permanecer várias semanas na incubadora, até que o seu peso atinja, no mínimo, os 2 kg, existem alguns recém-nascidos que apenas são mantidos na incubadora durante alguns dias em observação. [57]



Figura 37 Incubadora e respetivo equipamento de teste.

No CHTS existem 16 incubadoras e a sua manutenção preventiva é realizada uma vez por ano (Tabela 11).

Tabela 11 Testes efetuados no Incubadora.

Manutenção Preventiva de Incubadoras	
1. Inspeção visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Estado geral (chassis); b. Cabo de alimentação; c. Elevador; d. <i>Displays</i> e <i>switch</i>; e. Filtro de ar; f. Depósito de água; g. Mangueiras de gases; h. Balança; i. Cassete Raios x; j. Etiqueta de manutenção preventiva e número de inventário. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Controlo de temperatura; b. Verificação da temperatura ambiente; c. Verificação da temperatura cutânea; d. Alarme de temperatura; e. Controlo de humidade; f. Alarme de humidade; g. Alarme sonoro; h. Alarme visual; i. Limpeza interior e exterior; j. Regulação de O₂ k. Concentração de O₂; l. Alarme de O₂; m. Alarme falta de água; n. Controlo de movimentos; o. Verificação da balança; p. Nível sonoro; q. Controlo de ruído; r. Alarme falta de alimentação. 	
3. Teste de segurança elétrica	
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga. 	
4. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Analisador de Incubadoras: INCUTM Fluke; c. Analisador de Fluxo de Gás: VT PLUS HF Fluke. 	

Os testes funcionais efetuados para a aferição dos aparelhos de fototerapia são os seguintes:

1. Controlo de Temperatura

Neste teste verifica-se se a temperatura verificada pelo sensor da incubadora é efetivamente a temperatura real demonstrada no equipamento de teste. Deste modo programa-se o equipamento de teste para fazer uma aquisição de dados durante 30 minutos e de seguida coloca-se no interior da incubadora. A incubadora possui um módulo com *display* que permite definir a temperatura pretendida. Após definir esta mesma temperatura (temperatura de teste: 36°C) aguarda-se que o equipamento de teste estabilize no intervalo de temperatura pretendido (35°C – 37 °C) e inicia-se o registo de dados.

2. Controlo de Humidade

Para o controlo de humidade o procedimento é o mesmo descrito anteriormente, pois o equipamento de teste possui vários sensores, mudando apenas o valor de controlo de humidade testado, que é de 50%.

3. Controlo de O₂

Neste teste é verificada a percentagem de O₂. Este teste é efetuado com o analisador de fluxo de gás, e o procedimento é o mesmo que se aplica para o controlo de temperatura. Os valores de teste usados para este teste são 70, 80 e 90% de O₂.

4. Balança

Quanto ao teste que se faz na balança que está incorporada na cama do bebe na incubadora, são usados pesos devidamente certificados e calibrados, que são colocados no centro e na extremidades da cama da incubadora para se verificar se o peso que se coloca corresponde ao que está a ser visualizado no *display* da incubadora.

5.1.12 Insuflador de ar quente

O insuflador de ar quente ou aquecedor de doentes, tem como principal e único objetivo a prevenção e tratamento de doenças como hipotermia como por exemplo em pacientes cirúrgicos, pacientes na área pré-operatória ou pacientes com desconforto devido ao ambiente frio da unidade de terapia intensiva [58].

Este equipamento permite regular a temperatura entre 32°C a 45°C e possui alarmes para identificar situações em que o equipamento identifique uma situação de sobretemperatura, reduzindo automaticamente a temperatura para o intervalo 34°C a 37°C. O aquecedor de doentes tem como acessório uma mangueira com fios conectores que permite o envio de ar a todas as zonas do corpo [58].



Figura 38 Insuflador de ar quente.

No CHTS existem 70 insufladores de ar quente. Anualmente, este equipamento é submetido a manutenção preventiva (Tabela 12).

Tabela 12 Testes efetuados no insuflador de ar quente.

Manutenção Preventiva de Insuflador de ar quente	
1. Inspeção Visual	
<ul style="list-style-type: none"> a. Danos no exterior do equipamento; b. Cabo de alimentação; c. Verificar se os componentes eléctricos apresentam sinais de calor excessivo ou deteriorados; d. Botões, controlos, <i>displays</i> e indicadores; e. Limpeza da Ventoinha. 	
2. Inspeção funcional	
<ul style="list-style-type: none"> a. Verificação de tubagens/filtros e conexões; b. Verificação da ventoinha/motor; c. Verificação de funções de ajuste/modos de funcionamento; d. Verificação da temperatura. 	
3. Teste de segurança eléctrica	
<ul style="list-style-type: none"> a. Resistência à terra; b. Corrente de fuga. 	
4. Equipamentos de teste usados	
<ul style="list-style-type: none"> a. Analisador de Segurança Elétrica: DALE601E Fluke; b. Medidor de Temperatura: 177-T4 <i>Logger Testo</i>; 	

Os testes efetuados para a aferição na Inspeção funcional são os seguintes:

1. Verificação Geral

Verifica-se se a temperatura selecionada corresponde á seleccionada no Insuflador, através da sua medição á saída da tubagem com o equipamento de teste. Posteriormente verifica-se as tubagens, filtros, conexões, motor e ventoinha.

5.1.13 Teste de Segurança Elétrica

No teste de segurança eléctrica verificam-se as condições de segurança eléctrica definidas pelo fabricante no manual de serviço e em normas de segurança eléctrica. Este teste é valido para todos os equipamentos anteriormente descrito à exceção dos dispositivos de infusão. No procedimento executado é utilizado o analisador de segurança eléctrica, para a medição dos parâmetros de resistência à terra e corrente de fuga.

1. Resistência à terra

Função *Earth Resistance* no equipamento de teste. Conectar o analisador à ficha do equipamento e proceder à análise dos resultados. Segundo a norma IEC 62353:2007, onde são descritos os requisitos de segurança dos equipamentos médicos, o valor deve de ser inferior a 0.5W ou 100Ω [59].

2. Corrente de Fuga

Função *Leak Corrent* no equipamento de teste, o interruptor L2 (Neutral) para o close e o interruptor Output para normal. Segundo a norma IEC 62353:2007, os valores devem de ser inferiores a 300 mA [59].

Nos dispositivos de infusão não são aplicáveis os testes de segurança elétrica dado que as bombas estão dispostas numa coluna e são alimentadas a partir desta, não existindo assim contacto direto com o paciente.

5.2 Trabalho Teórico

Neste sub-capítulo enquadra-se o trabalho teórico realizado durante o estágio.

5.2.1 Poster

No âmbito da manutenção preventiva foi realizado um poster sobre a importância da mesma, com o intuito de demonstrar no CHTS o trabalho realizado no SIE na oficina de eletromedicina. Neste poster são descritas algumas rotinas realizadas na manutenção (inspeção visual, elétrica e funcional), os equipamentos de teste usados e a sua importância no decorrer da manutenção. Ainda, é demonstrada a importância global das manutenções e o seu impacto no dia a dia hospitalar.

Com este trabalho, é possível demonstrar que investir na prevenção e não na correção é sem dúvida uma mais valia para o CHTS, reduzindo os custos e aumentando o desempenho dos dispositivos médicos.

5.2.2 Folhetos Informativos

Posteriormente à realização do poster, foram elaborados dois folhetos informativos. O primeiro com o título "Importância das manutenções preventivas", contendo o mesmo conteúdo e objetivo do poster referido anteriormente, mas um pouco mais resumido para possibilitar a distribuição nos serviços do CHTS.

O segundo folheto informativo tem como título "A importância da manutenção preventiva na desinfeção dos equipamentos". Após a utilização dos equipamentos médicos, estes são desinfectados e limpos nos próprios serviços, no entanto esta é apenas uma limpeza exterior, devido ao facto dos próprios profissionais que executam esta limpeza, não terem meios nem autorização para realizarem uma limpeza interior. Deste modo este documento tem o intuito de alertar os trabalhadores do CHTS para os perigos da sujidade interior, mostrando imagens de

casos de equipamentos em que a sujidade interior é notória e a forma e os meios utilizados para o tratamento deste problema.

5.2.3 Conferência

No decorrer do estágio foi sugerido a submissão de um resumo para apresentação no encontro subordinado ao tema “ A Metrologia na Saúde ” a realizar no dia 9 de outubro de 2014 e promovido pela Comissão Setorial para a Saúde (CS/09) e o Instituto Português da Qualidade (IPQ). Este encontro tem como objetivo partilhar informação e estimular a divulgação técnico-científica para o domínio das medições em saúde e gestão da manutenção. Este encontro destina-se a todos os profissionais de saúde, dirigentes e quadros técnicos do setor, docentes, investigadores e estudantes.

Para que a realidade do SIE do CHTS pudesse ser partilhada, foi submetido um resumo, que posteriormente foi aceite. Na apresentação que vai ser realizada dia 9 de outubro, vão ser apresentadas algumas metodologias usadas e já implementadas na oficina de electromedicina, e as ideias inovadoras para a implementação do GMOE, nomeadamente na área da metrologia e a implementação do gestor de equipamentos local.

Este encontro foi escolhido, pois possibilita a partilha de informação entre serviços de instalação de equipamentos de vários centros hospitalares e empresas, com um objetivo de uma melhoria contínua, inovação e partilha de conhecimento.

5.2.4 Planos de Controlo e Validação

No presente estágio, foram elaborados dois planos de controlo e validação para dois tipos de equipamentos muito comuns num centro hospitalar, sistemas de infusão e monitores de sinais vitais. Estes planos foram elaborados com o objetivo de auxílio ao técnico a um acesso rápido por marca e modelo às características do equipamento.

Nestes planos de controlo é possível ainda verificar os parâmetros de controlo avaliados durante a manutenção, o técnico responsável, os equipamentos de teste usados, grau de prioridade, periodicidade da manutenção, documentação associada (manual técnico, template associada, etc.), registo final (relatório final que advém do *software* Fluke Biomedical Ansur) e a ação tomada caso o resultado obtido seja diferente do critério de aceitação.

5.2.5 Iniciação à Implementação do Gestor Local de Equipamentos Médicos e Reserva de Equipamentos

Sendo um dos objetivos primordiais do SIE a procura da melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados, surgiu a ideia, baseada em alguns modelos já existentes de criar o Gestor Local de Equipamentos Médicos (GLEM) e a Reserva de Equipamentos (RE).

O GLEM, consiste na designação de um gestor de equipamentos (por exemplo: Médico diretor de serviço ou Enfermeiro chefe ou um elemento a quem este delegue as funções) em cada serviço do hospital com o objetivo de haver um maior contacto entre serviços e SIE para uma melhoria e ajuda contínua dos serviços prestados ao nível dos equipamentos médicos. Deste modo o GLEM terá como funções principais funções:

1. Perante a avaria de um determinado equipamento, o GLEM ou um elemento a quem este delegue age de modo a:

- Identificar o equipamento avariado, colocando neste um dístico vermelho de forma a informar que se encontra avariado;

- Efetuar um pedido de reparação ao SIE através do MAC;
- Enviar o equipamento para o SIE/ pedir deslocação de um técnico ao serviço;
- Registar e informar o serviço que o equipamento se encontra em reparação;
- Avaliação da utilização deficiente do equipamento.

2. Confirmar pelo menos uma vez por ano o inventário de cada equipamento que conste no serviço.

Posteriormente surgiu a ideia da implementação do RE, que tem como principal objetivo o empréstimo de equipamentos aos serviços do CHTS em épocas de maior incidência de algumas doenças e uma participação/melhoria na gestão da manutenção dos equipamentos. O RE fará uma recolha com o apoio dos serviços hospitalares de equipamentos que já não sejam usados e que possam ser úteis noutros serviços.

O RE terá como principais funções:

- Disponibilizar equipamentos aos serviços durante um período de tempo estabelecido.
- Caso se verifique necessidade de intervenção externa, informa o SIE que por sua vez comunica ao serviço de aprovisionamento que emite uma nota de encomenda;

- Disponibiliza o equipamento de forma a ser recolhido pela entidade externa;
- Estabelecer prazos de entrega;
- Disponibilizar informação ao GLEM;
- Receber qualitativa e quantitativamente o equipamento reparado e fazer o registo de intervenção, sendo toda a documentação inserida no MAC, na respetiva folha individual do equipamento.

- Esta página está em branco propositadamente -

Capítulo 6

Conclusão

Os equipamentos médicos desempenham um papel fundamental no ambiente hospitalar dando um apoio incondicional no diagnóstico e tratamento de muitas patologias. O controle, a planificação, a gestão e a manutenção de equipamentos dentro de uma unidade hospitalar moderna representam um avanço significativo para um desempenho hospitalar de excelência.

Este estágio revelou-se de uma importância extrema, na criação da ponte, facultade-trabalho, onde foi possível observar a diversidade de aplicações que o mestrado pode ter, pelo que o estágio foi uma ótima oportunidade.

Contrariamente ao que se possa pensar, a aposta na manutenção preventiva interna é o futuro, visando a redução do número de contratos externos com um impacto grande na redução de custos e um aumento do tempo de resposta a situações críticas do dia a dia hospitalar. O SIE do CHTS tem a possibilidade de promover cada vez mais esta manutenção pois tem pessoal qualificado e os equipamentos de teste devidamente certificados e calibrados. Com este tipo de manutenção, é possível antecipar uma grande parte das avarias, possibilitando a diminuição de gastos com as manutenções corretivas. Inerente a todas estas vantagens está também o aumento significativo da qualidade dos serviços prestados e a satisfação dos profissionais que trabalham nos serviços do CHTS. Ligada diretamente às manutenções está a gestão da manutenção, pois sem a organização e gestão já implementada no SIE todas as rotinas de trabalho já mecanizadas até agora podiam estar em risco por falta de uma devida organização, mas através de todo o pessoal que trabalha com este objetivo e através da aquisição do *software* MAC e Fluke Biomedical Ansur e a sua devida implementação acerca de um ano, todo o processo realizado está agora muito mais eficiente. Toda esta gestão permite aos técnicos agendar as manutenções que têm a fazer e com isto a possibilidade de agendar a manutenção preventiva com os serviços de alguns equipamentos para dias em que estes tenham um menor uso.

Inserida na inspeção funcional da manutenção preventiva, no caso do GMOE do SIE, a metrologia, como ciência da medição assume um papel fulcral na verificação dos equipamentos. Sendo uma das principais políticas do SIE, a inovação e progressão, o gabinete tem vindo a

formar-se durante o ano de 2014 através da aquisição de mais equipamentos de teste e da sua implementação, e ainda a implementação do GLEM e RE que no futuro poderão fazer parte do gabinete, bem como ações de sensibilização para todo o pessoal do hospital.

Assim sendo, como propostas de melhoramento de desempenho no SIE e na instituição, seria interessante fazer um levantamento exaustivo dos equipamentos e a sua localização do CHTS, parametrizar avarias tipo de alguns equipamentos mais usuais na instituição, para uma resposta mais otimizada, e posteriormente associar as peças mais comuns e o manual de serviço a cada equipamento no MAC, com respetiva fotografia e número e de armazém e a continuação dos planos de controlo e validação para todos os equipamentos com o objetivo de um acesso rápido aos parâmetros exigidos pelo fabricante. Por fim, penso que seria vantajoso a extensão dos serviços de manutenção preventivas a empresas externas.

No decorrer deste estágio foi possível perceber como o trabalho em equipa é de extrema importância no decorrer das atividades hospitalares. Todo o trabalho desenvolvido no “terreno” com a equipa do SIE, transmitiu-me inúmeros conhecimentos que serão muito úteis num futuro próximo.

Referências Bibliográficas

1. Ferreira, M., *The role of metrology in medical devices*. OIML Bulletin, 2011. **LII**: p. 22-27.
2. Andrade, A., *A importância da calibração dos equipamentos eletromédicos*. 2007: Governo do Estado do Ceará.
3. Patrício, C., *Aplicação da Metrologia no Serviço de Instalações e Equipamentos de uma Unidade Hospitalar*, in *II Encontro - A Metrologia na Saúde*. 2012: Instituto Português da Qualidade, Costa da Caparica.
4. Ferreira, M., *Contributo da Metrologia para a Qualidade na Saúde*. Techniques, Methodologies and Quality, 2014.
5. Ferreira, M. *A Importância da Metrologia na Saúde*. 2013 [cited 20/06/2014; Available from: <http://www.hospitaldofuturo.com/profile/Editorial>].
6. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E., *Princípios de Bom Governo*. Abril 2007. p. 1-8.
7. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E., *Relatório de Contas*. 2009: p. 1-49.
8. Saúde, M.d. *Organograma do Ministério da Saúde*. 2014; Available from: <http://www.portaldasauade.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/ministerio/organograma/organograma.htm>.
9. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E. *Unidade Hospitalar Padre Américo*. 2014 [14/5/2014]; Available from: http://www.chtamegasousa.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=10&Itemid=29.
10. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E. *Unidade Hospitalar de Amarante*. 2014; Available from: http://www.chtamegasousa.pt/index.php?option=com_content&task=category§ionid=15&id=369&Itemid=99.
11. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E., *Novo Hospital de Amarante: Saúde de Proximidade*. 2013.
12. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E., *Regulamento Interno do Serviço de Instalações e Equipamentos*. Fevereiro 2013.
13. Patrício, C., *Profissionais Ligados à Saúde*. Revista de Negócios Portugal, 2011: p. 70.

14. Vinhas, R., *Gestão da Manutenção de Equipamentos de Laboratório: Uma estratégia para melhoria do desempenho da actividade de pesquisa em uma instituição de C&T em saúde*. 2007, Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães.
15. Calil, S., *Gerenciamento de Manutenção de Equipamentos Hospitalares*. 2002: Instituto para o Desenvolvimento da Saúde.
16. Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, E.P.E., *Normas Internas, Inventário de Bens Imobilizados*. 2012.
17. Instituto do Emprego e Formação Profissional, I.E.F.P., *Gestão da Manutenção Manual do Formador*. 2004.
18. Santos, M., *Gestão de Manutenção do Equipamento*. 2009, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
19. Manso, J., *Práticas de Gestão de Equipamentos Médicos no Hospital da Luz*. 2012, Universidade de Lisboa.
20. Faria, C., *Gestão de Manutenção de Instalações e Equipamentos Hospitalares*. 1999, Universidade do Porto.
21. Guelbert, M., *Estruturação de um Sistema de Gestão da Manutenção em uma Empresa do segmento automotivo*. 2004, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
22. Ramos, F., *Influência da Manutenção em uma Fábrica de transformação de Plásticos*. 2009, Centro Paula Souza.
23. Cabral, J., *Organização e gestão da manutenção*. 6^a ed. 2005, Lisboa: Lidel - Edições Técnicas.
24. Machado, M., *Manutenção Preventiva de um Edifício Hospitalar*. 2013, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
25. Cardoso, H., *Implementação de uma ferramenta Informática para Gestão da Manutenção de um Edifício*. 2012, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.
26. Sousa, C., *Categorias da Metrologia*, in *Cadernos Técnicos CATIM*, Editor. 2008.
27. Silva, C., *Normalização de equipamento médico, requisitos técnicos e metrológicos*. 2012, Instituto Superior de Engenharia do Porto.
28. FlukeBiomedical, *Ansur Test Executive Users Manual*. 2009.
29. FlukeBiomedical, *Operators Manual IDA-4 Plus Infusion Pump Analyser*. 2008.
30. Testo, *Testo Comfort Software Basic 5: Instruction Manual*. 2011.
31. FlukeBiomedical, *INCU Analisador de Incubadora: Dados técnicos*. 2013.

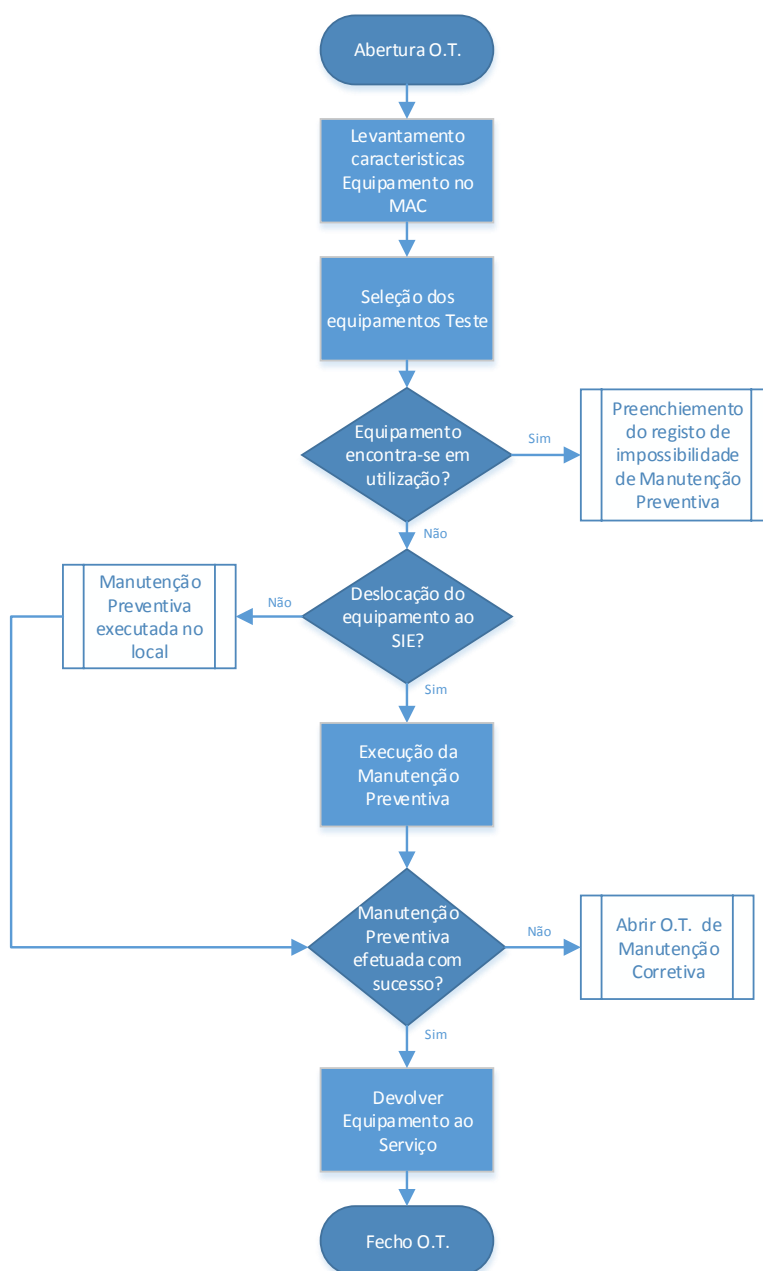
32. Glintt. *Global Intelligent Technologies: Missão*. 2014 [20/5/2014]; Available from: <http://www.glintt.com/missao>.
33. FlukeBiomedical, *Cufflink NIBP Analyser, Operators Manual*. 2009.
34. FlukeBiomedical, *MPS450 Multiparameter Simulator, Operators Manual*. 2011.
35. FlukeBiomedical, *Index 2MF SPO2 Simulator, Users Manual*. 2008.
36. FlukeBiomedical, *Impulse 7000DP Desfibrillator/Transcutaneous Pacer Analyser, Users Manual*. 2008.
37. FlukeBiomedical, *PS320 Fetal Simulator, Users Manual*. 2007.
38. DaleTechnology, *Dale 40 Phototherapy Radiometer, Operating Manual*. 2008.
39. FlukeBiomedical, *DALE 601/601E Electrical Safety Analyser, Operators Manual*. 2008.
40. FlukeBiomedical, *VT Plus HF Gas Flow Analyser, Operators Manual*. 2009.
41. FlukeBiomedical, *QA-ES II Electrosurgical Analyser, Users Manual*. 2006.
42. Machado, R., *Tecnologia dos equipamentos de saúde*. 2008, Instituto Politécnico de Leiria.
43. CriticareSystems, *Monitor de Sinais Vitais Scholar III - 507EL/507ELC*. 2002.
44. Instituto Português da Acreditação, I.P.A., *Anexo Técnico da Acreditação Nº L0610-1*. 2011. p. 1-6.
45. Button, V., *Dispositivos de Infusão*. 2000, Faculdade de Eng. Elétrica de Computação Universidade Estadual de Campinas.
46. Alves, M., *Bombas de Infusão: Operação, funcionalidade e segurança* 2002, Universidade Estadual de Santa Catarina.
47. Fornazier, C., *Abordagem Sanitária de Produtos para a saúde comercializados no Brasil, Desfibrilador externo*. 2011, Boletim Informático de tecnovigilância.
48. SistemaMaxwell. *Unidade eletrocirúrgica de alta frequência*. [23/06/2014]; Available from: http://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/8010/8010_3.PDF.
49. Vasconcelos, B., *The Use of Electrosurgery in Bucal Procedures*. 2003, Faculdade de Odontologia de Pernambuco.
50. Munro, M., *Part I: Principles of Radiofrequency Energy in Fundamentals of Eletrosurgery* Springer, Editor. 2012. p. 15-24.
51. Widmaier, E., Raff, H., *Mecanismos das Funções Corporais*. 9º ed. 2006.
52. Rocha, J., Santo, A., *Ventilador para Suporte Básico de Vida*. 2014, Instituto Superior de Engenharia do Porto.

-
53. Mesquita, E., Araújo, T., *Eletrocardiógrafo*. 2006, Instituto de Estudos Superiores da Amazônia.
 54. Ribeiro, G., *Cardiotocografia*. 2010, Maternidade Escola Assis Chateaubriand.
 55. FANEM, *Aparelho de Fototerapia Bilispot*. 2009.
 56. Costa, E., *Análise crítica de incubadoras neonatais a partir de medições de parâmetros nos ambientes interno e externo*. 2009, Universidade Federal de Paraíba.
 57. Medipédia. *Incubadora*. 2014 [15/05/2014]; Available from: <http://www.medipedia.pt/home/home.php?module=artigoEnc&id=818>.
 58. Covidien, *Warmtouch Sistema de aquecimento do paciente modelo WT-5900*. 2011.
 59. Bakes, J. *Comparing IEC 62353 with IEC 60601 for Electromechanical Testing*. 2007 [10/04/2014]; Available from: <http://www.medicalelectronicsdesign.com/article/comparing-iec-62353-iec-60601-electromechanical-testing>.

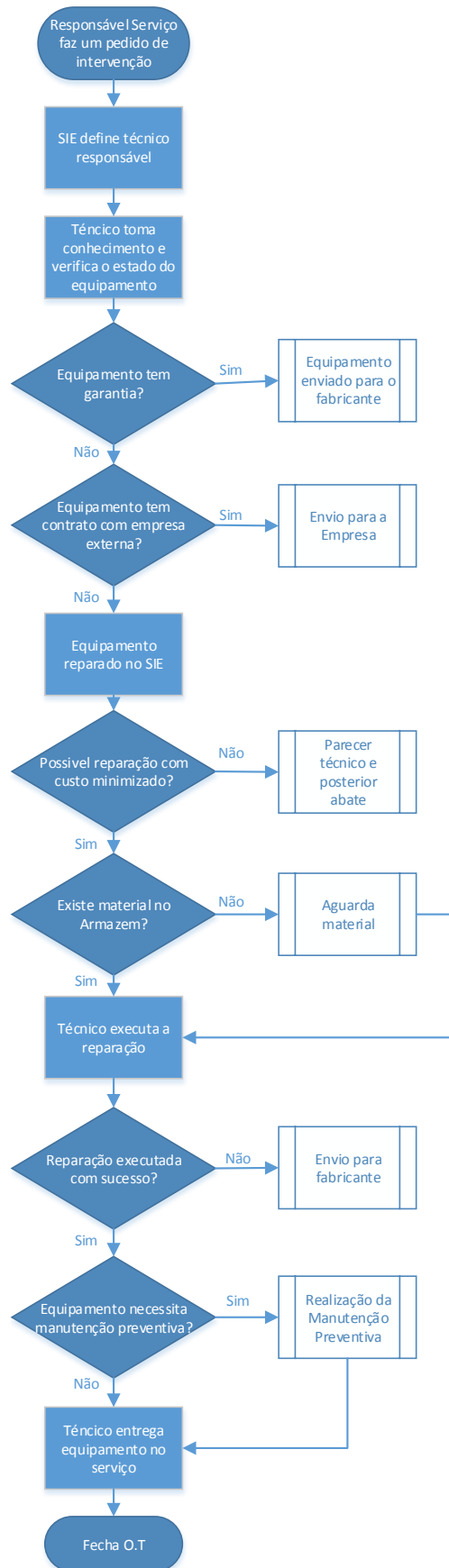
Anexos

Anexo A: Fluxogramas

- Fluxograma Manutenção Preventiva

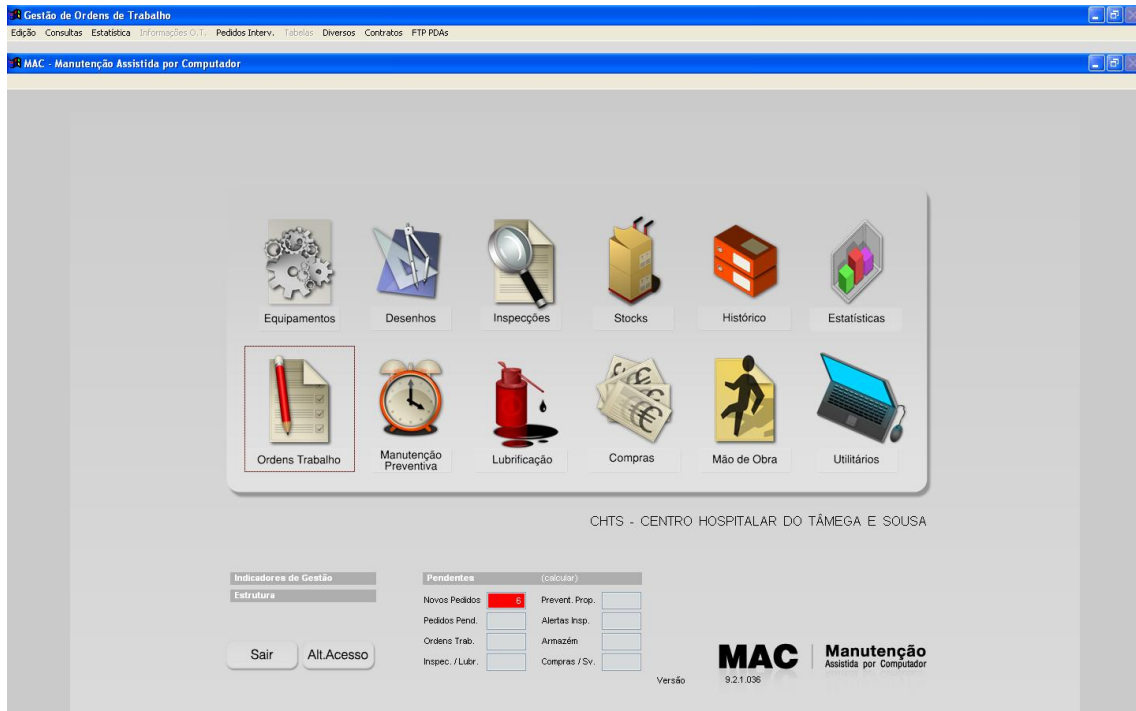


• Fluxograma Manutenção Corretiva

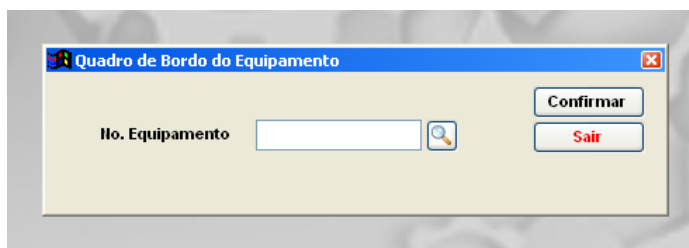
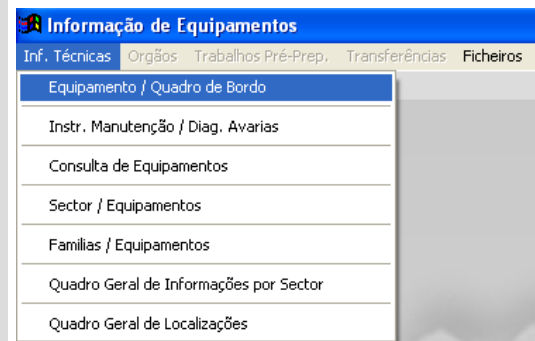
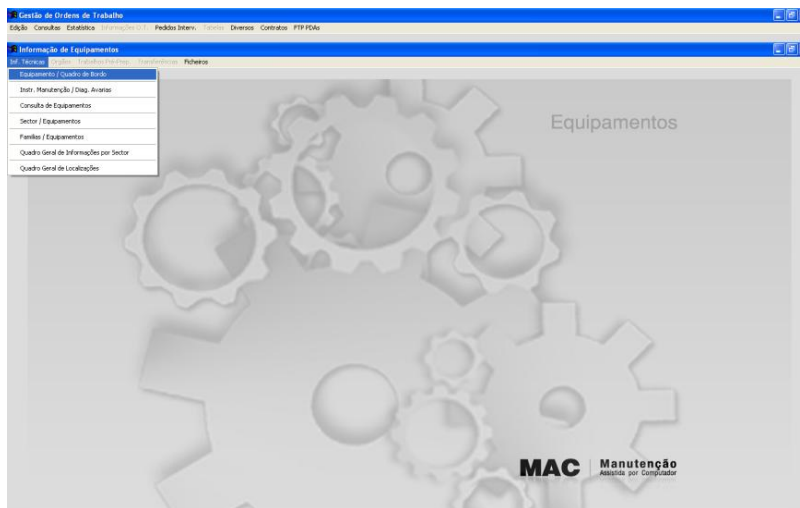


Anexo B: Janelas do MAC

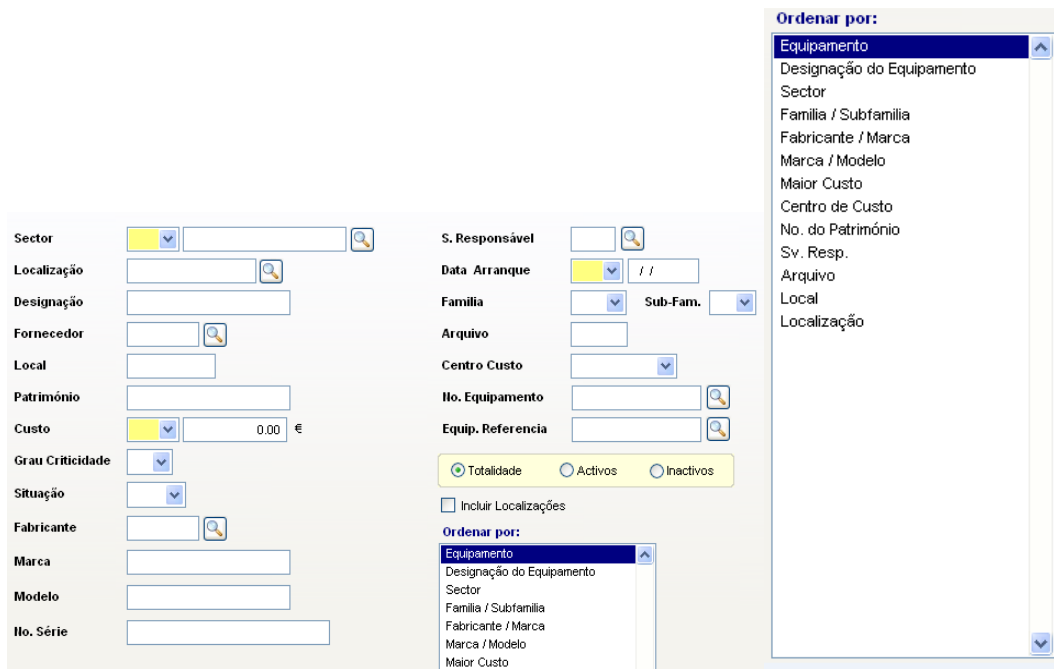
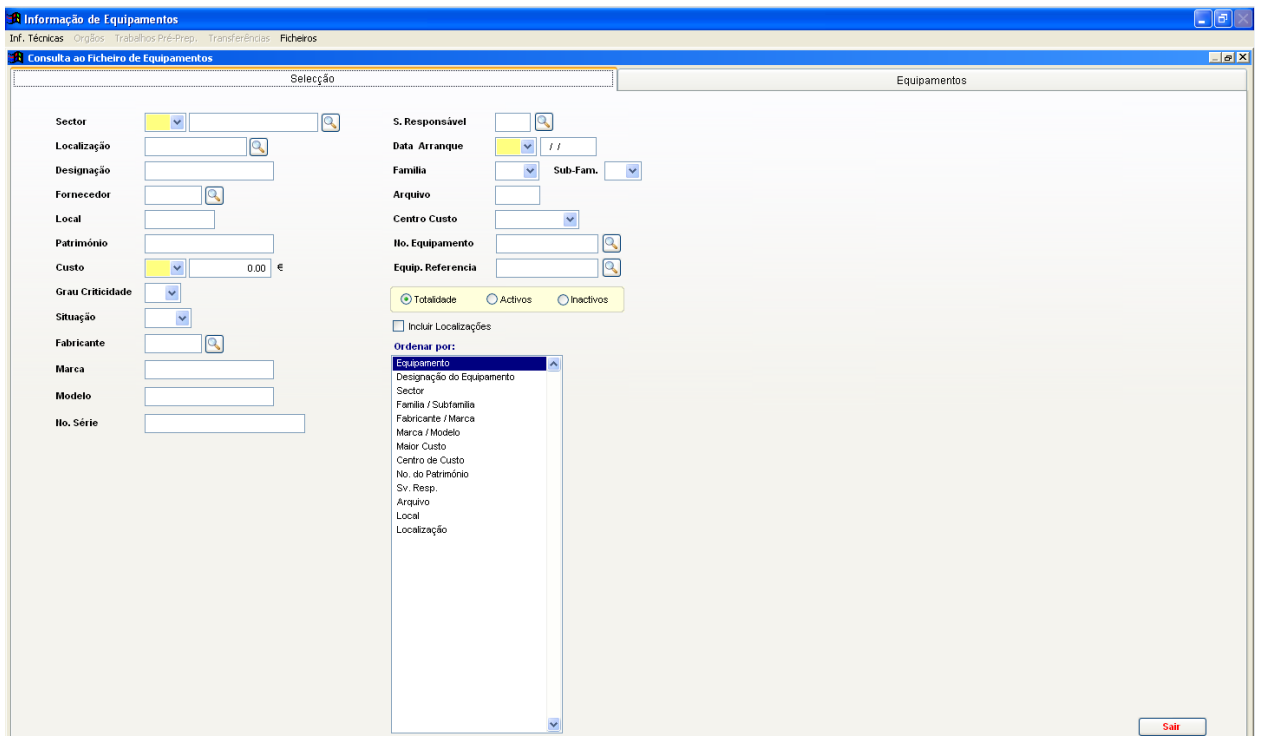
- Janela Principal



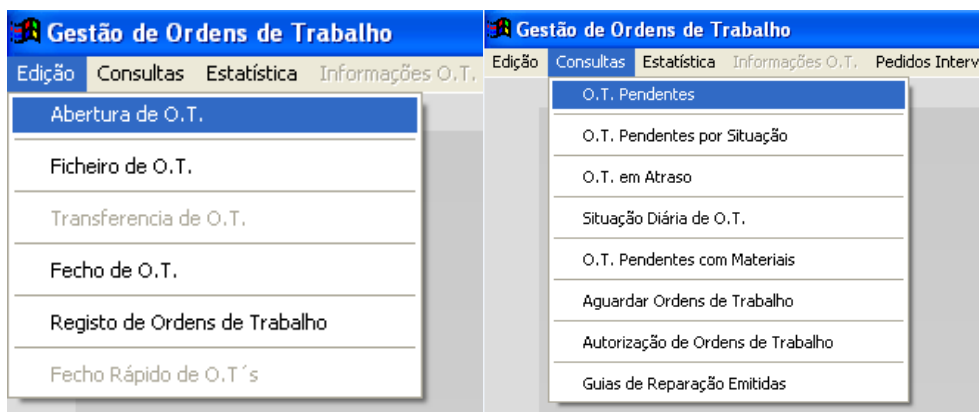
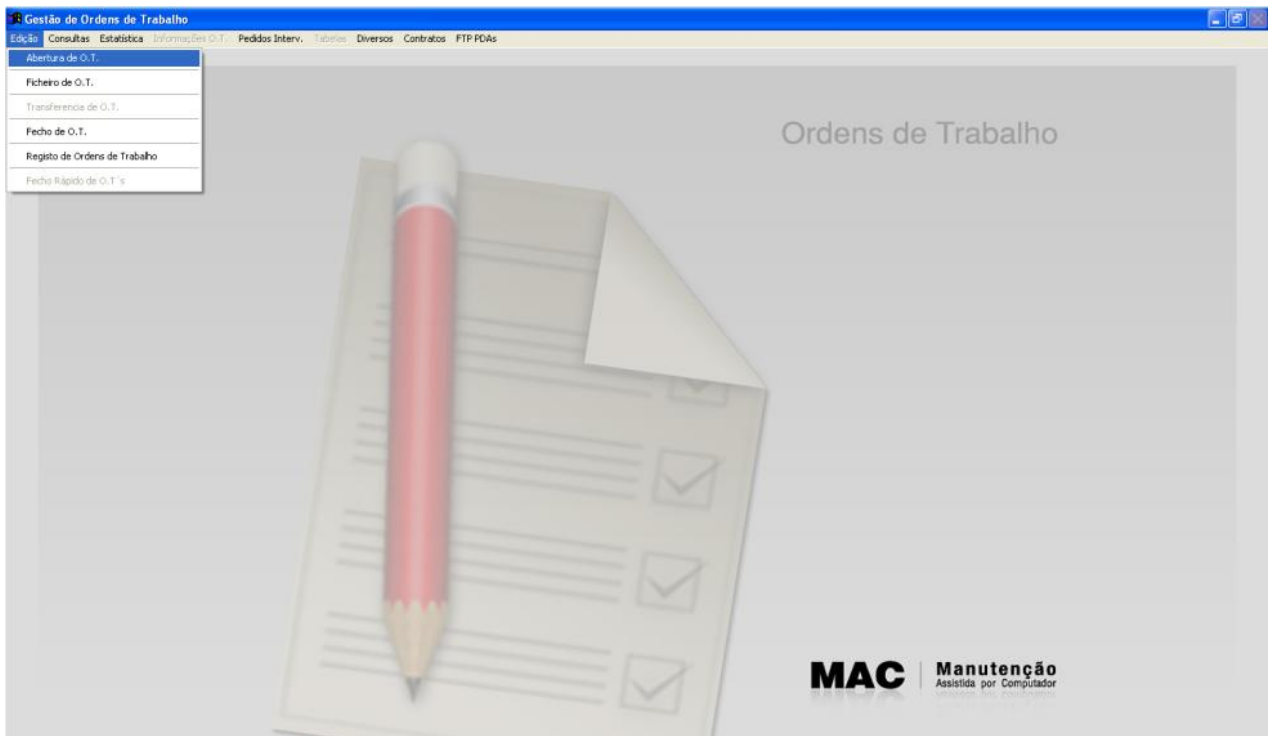
- Informação dos Equipamentos



- Consulta de Equipamentos

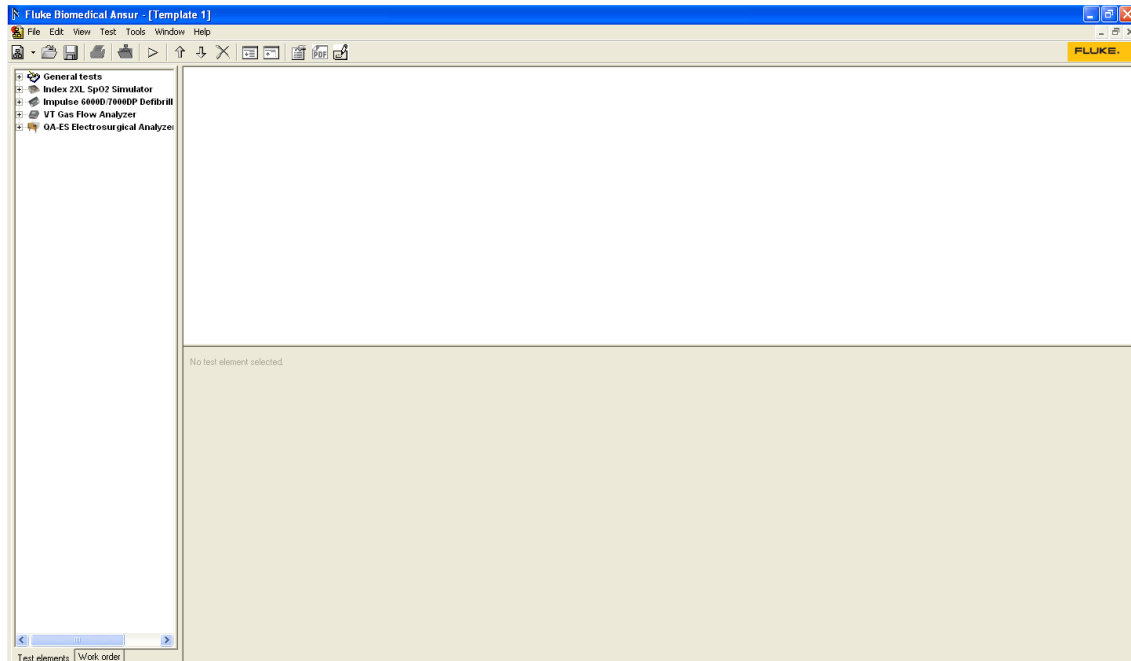


- Gestão das Ordens de Trabalho

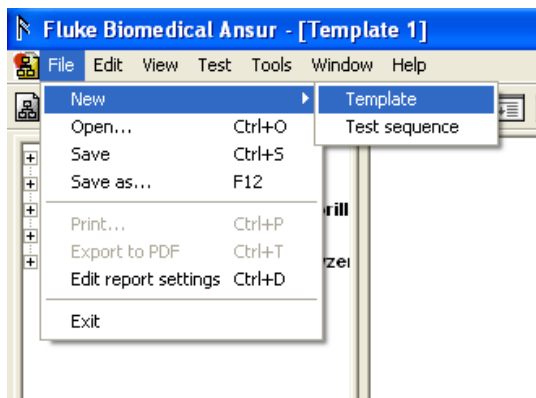


Anexo C: Janelas Fluke Biomedical Ansur

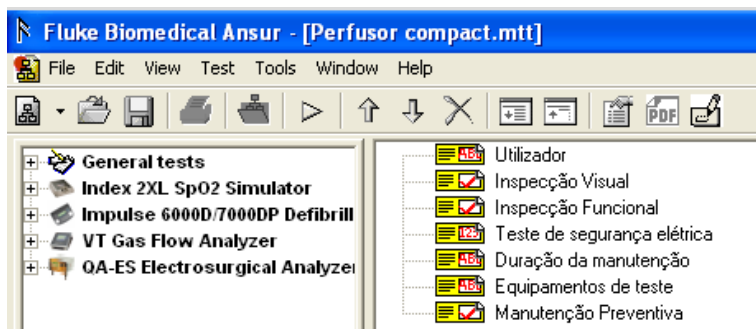
- Janela Inicial



- Criar *Template*

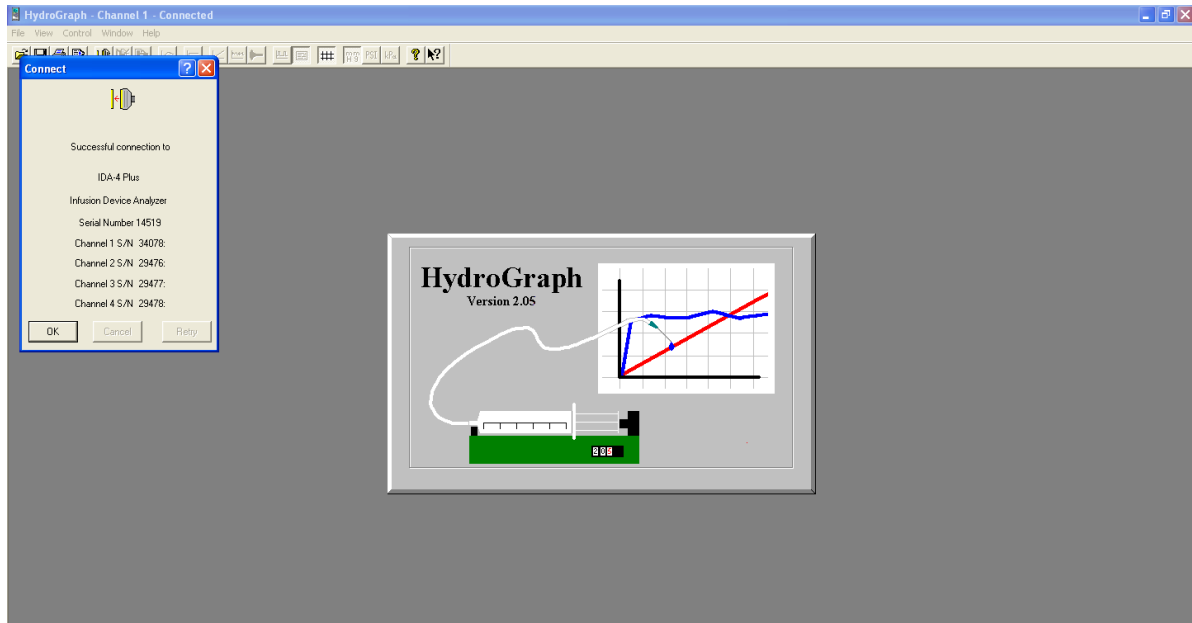


- Tópicos da *Template*

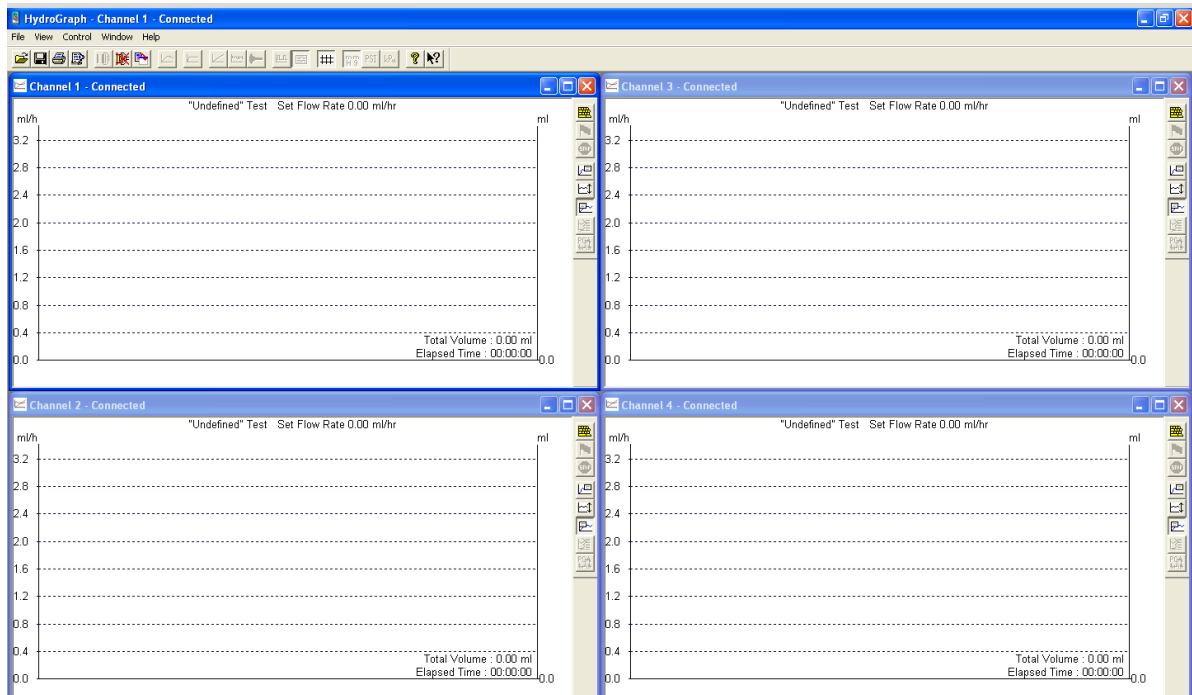


Anexo D: Janelas Hydrograph

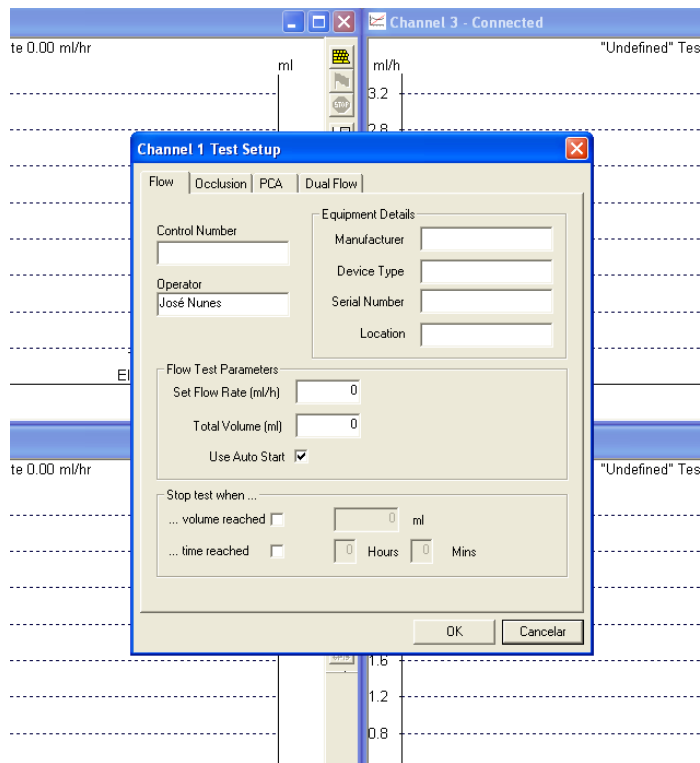
- Janela Inicial



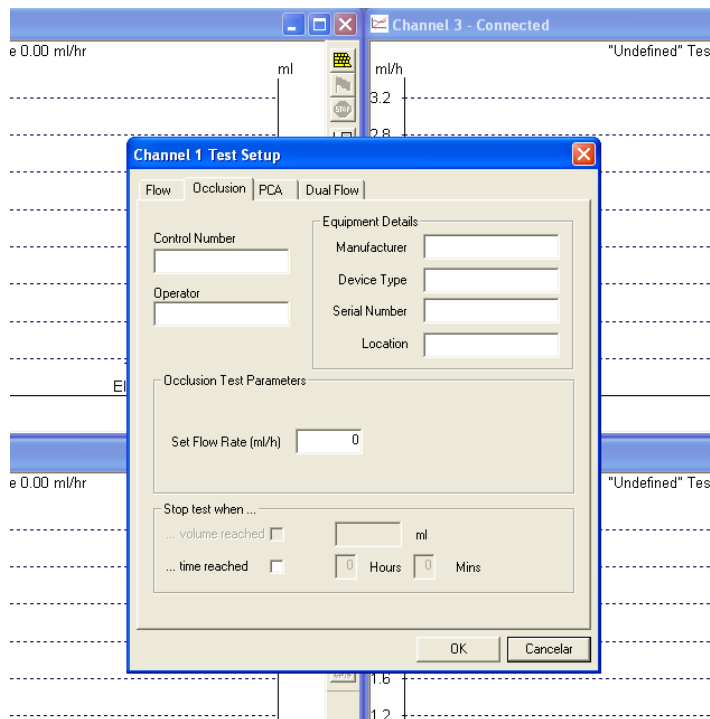
- Janela correspondente aos 4 canais do equipamento de teste



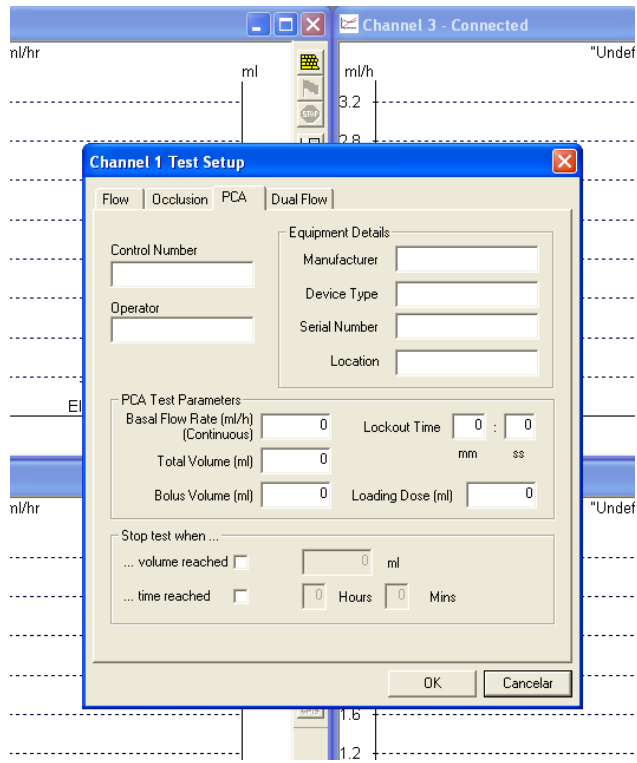
- Teste: Flow



- Teste: Oclusão

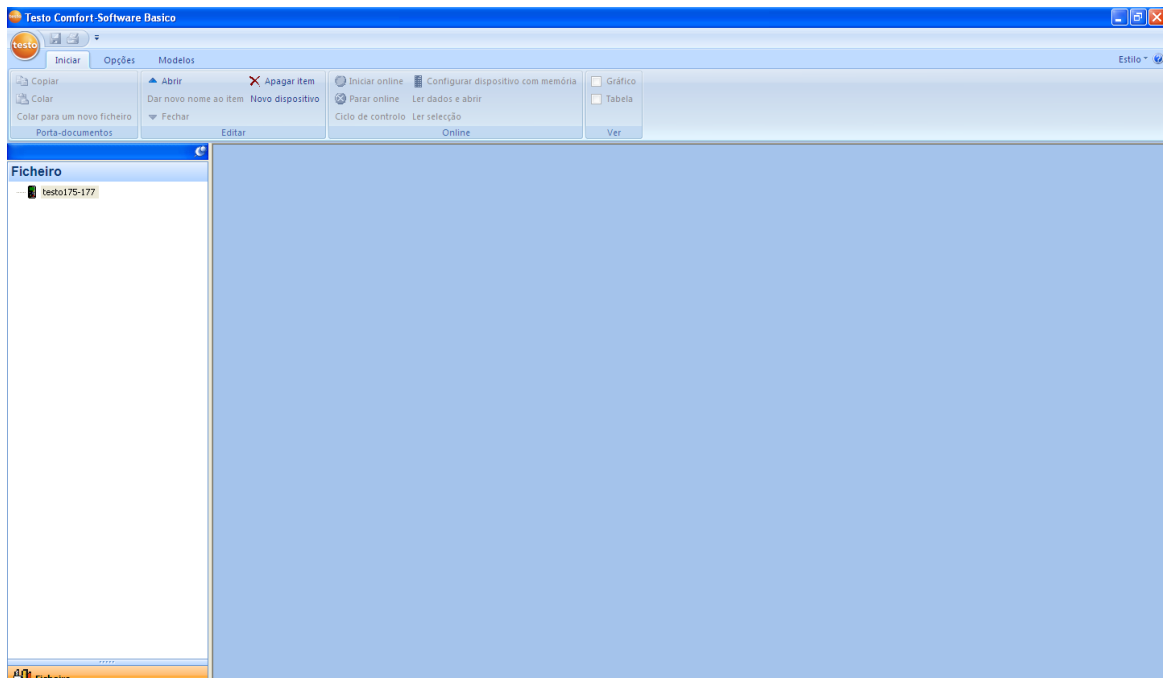


- Teste: Bolus

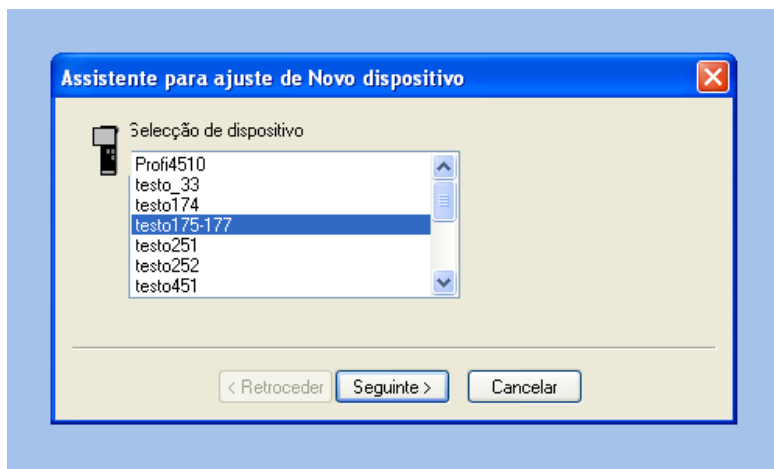


Anexo E: Testo Comfort

- Janela Principal

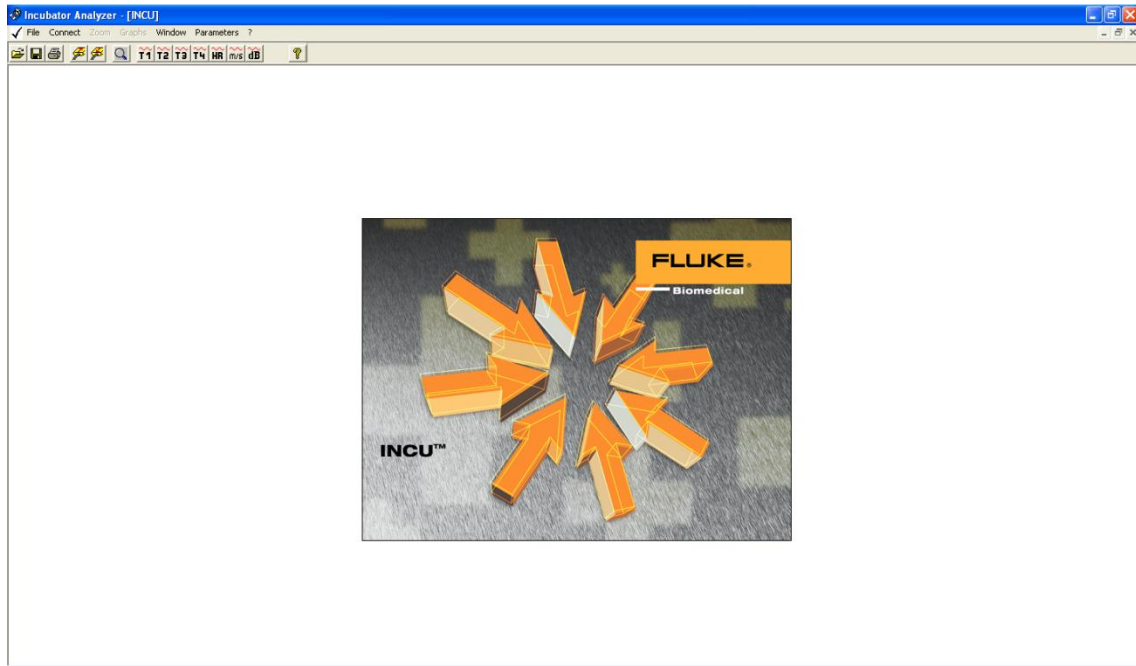


- Conexão do equipamento de teste: Medidor de Temperatura

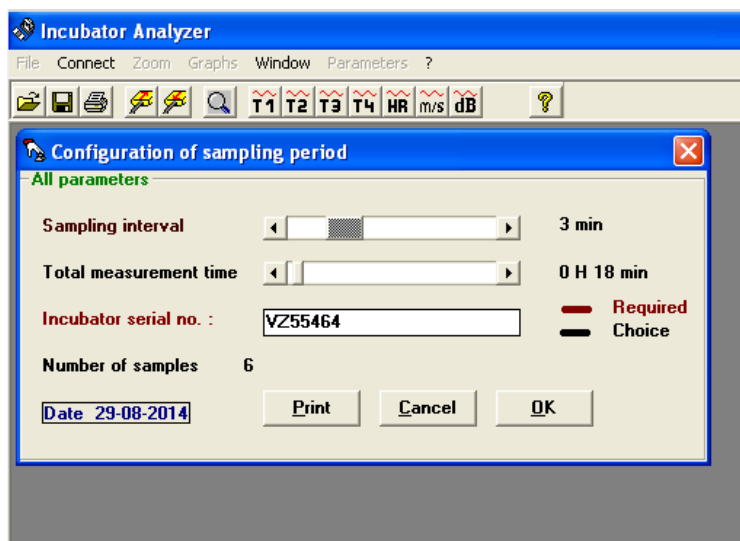


Anexo F: Incubator Analyser

- Janela Principal



- Configuração do tempo de aquisição de parâmetros



Anexo G: Exemplo de Relatório Final

Centro Hospitalar Tâmega e Sousa 09-01-2014

Fluke Biomedical Ansur

Test and Inspection Procedure

Copyright © 2000 - 2012 Fluke Biomedical

Test record

TEST PASSED

Test performed		Ansur components used
Date:	09-01-2014	Ansur Version 2.9.7
Record:	Perfusor compact.mtr	Plug-In: AVPI Version 2.4.10
Template:	Perfusor compact.mtt	

Test setup

Selections

Service events performed	Standards performed
	User defined

Device under test

Serial number	34787	Type	
Appliance code	00.00373	Model	PERFUSOR COMPACT
Group		Location	UPA
Status		Address 1	Bloco Partos
Manufacturer	B BRAUN	Address 2	

Signatures

Serial number: 34787
Date: 09-01-2014Page 1 of 3
Perfusor compact.mtr

Test result

Test element	Test type	Fail
Utilizador	General List	
<i>Result:</i> Utilizador:	<i>Recorded value</i> José Nunes	
Inspeção Visual	Checklist	
<i>Result:</i> Verificação de etiquetas de identificação	<i>Recorded value</i> Pass	
Cabo de alimentação	Pass	
Indicação ligação à rede	Pass	
Fixação da seringa	Pass	
Membrana do movimentador de seringa	Pass	
Folga axial de movimentação	Pass	
Bateria	Pass	
Inspeção Funcional	Checklist	
<i>Result:</i> Self-test	<i>Recorded value</i> Pass	
LED's de indicação	Pass	
Alarques sonoros	Pass	
Alarques visuais	Pass	
Funcionamento dos botões	Pass	
Abertura e fecho da porta	Not Applicable	
Reconhecimento da seringa	Pass	
Infusão	Pass	
Bolus	Pass	
Oclusão	Pass	
Funcionamento em modo bateria	Pass	
Teste de segurança elétrica	Numerical List	
<i>Limits:</i> Ansur - User defined	<i>High value</i> 100	<i>Low value</i> 0
Resistência à terra		uohms
Corrente de fuga	200	uohms
<i>Result:</i> Resistência à terra	<i>Recorded value</i> 0.20	uohms
Corrente de fuga	001	uohms
Duração da manutenção	General List	
<i>Result:</i> Duração da manutenção	<i>Recorded value</i> 2	
Equipamentos de teste	General List	
<i>Result:</i> Analisador Bombas	<i>Recorded value</i> 1	
Infusoras - Marca: Fluke - Modelo: IDA-4 Plus Nº de série: 14519		
Analisador de Segurança Eléctrica - Marca: DALE Modelo:601E Nº de série: 9652013	1	
Manutenção Preventiva	Checklist	
<i>Result:</i> Etiqueta de manutenção preventiva	<i>Recorded value</i> Pass	

