

2015

Instituto Politécnico de Coimbra

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE COIMBRA

Engenharia Clínica - Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina

MESTRADO EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA

AUTOR | David Rafael Correia Silva

ORIENTADORES | Doutor Fernando José Pimentel Lopes
| Mestre Marco José da Silva

SUPERVISOR NA EMPRESA | Eng. João Manuel Martins

Coimbra, junho, 2015

Engenharia Clínica - Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Eletrotécnica – Área de Especialização em
Automação e Comunicações em Sistemas de Energia

Autor

David Rafael Correia Silva

Orientadores

Doutor Fernando José Pimentel Lopes

Mestre Marco José da Silva

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor na Empresa

Engenheiro João Manuel Martins

Serviços Telemáticos e Biomédicos Unipessoal, Lda

Coimbra, junho, 2015

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível apenas com o meu esforço individual. Por isso, apresento os meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que me ajudaram e acompanharam durante e após a realização deste estágio, bem como a todas as entidades que me apoiaram na sua preparação e no período em que decorreu, para que fosse possível a sua conclusão com sucesso.

Em primeiro lugar aos meus pais e toda a minha família pelo apoio, encorajamento e confiança demonstrados desde a 1ª hora e ao longo de todos estes meses. Obrigado pelo esforço que fizeram para tornarem possível ter hoje atingido este patamar de conhecimento.

Aos meus orientadores Doutor Fernando Lopes e Mestre Marco Silva, pelo apoio e acompanhamento na realização deste relatório de estágio sempre com o objetivo da garantia do melhor enquadramento e desenvolvimento dos assuntos abordados.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, por ter facultado a oportunidade de estagiar na empresa Serviços Telemáticos e Biomédicos (STB).

À empresa STB por me ter aceitado como estagiário e me ter facultado todas as condições para a sua realização.

Ao Eng. João Martins, que como supervisor na STB se prontificou sempre a colaborar na melhoria contínua do desenvolvimento do estágio.

Ao Sr. Sérgio Rodrigues, técnico da STB, que acompanhou diariamente o estágio sempre com dedicação, competência e vontade de transmitir todos os seus conhecimentos.

Aos restantes colaboradores da STB, pelo tempo e disponibilidade prestados para qualquer esclarecimento.

Ao meu colega e amigo Pedro Bispo, aluno do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que realizou o seu estágio em período equivalente ao meu, e sempre me apoiou no enquadramento deste estágio.

Às equipas de enfermeiros, médicos e grupo de trabalho dos Serviços de Instalações e Equipamentos que sempre viram de bom agrado a minha presença nos seus serviços.

Por fim, aos meus amigos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu trabalho e sucesso com o apoio e auxílio necessário.

RESUMO

Os equipamentos médicos têm um papel muito relevante na medicina. A necessidade da sua utilização tornou-se muito evidente devido ao fato dos equipamentos médicos se terem afirmado como um auxílio fundamental na realização com sucesso da maioria das ações médicas mais comuns num hospital.

Porém, para ser possível assegurar um elevado nível de fiabilidade e segurança dos equipamentos médicos, é indispensável a sua correta manutenção. Apesar de implicar elevados custos financeiros, a manutenção em engenharia clínica é um ponto-chave como indicador de qualidade dos equipamentos, permitindo evitar acidentes graves que podem ditar diagnósticos incorretos de doença e respetivos tratamentos inadequados. Especialmente em ambiente hospitalar, não se podem tolerar falhas relativas à falta de manutenção dos equipamentos.

Este Relatório de Estágio enquadra-se na componente de estágio do plano de estudos do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e tem como principal objetivo uma apresentação dos conhecimentos e experiências adquiridos, assim como dos trabalhos, atividades e funções desempenhadas durante o período de estágio na empresa Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda. (STB). Na zona de Coimbra, a STB opera no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC) e está situada fisicamente nas instalações internas do Hospital Geral (HG).

Neste relatório é apresentada a relevância da engenharia clínica, descrevendo os princípios fundamentais associados à manutenção de dispositivos médicos. São descritas as atividades de estágio que incidiram sobre a realização de manutenção preventiva e corretiva de diversos equipamentos médicos, sendo nesta descrição dada especial importância ao eletrobisturi, desfibrilhador e equipamentos de esterilização. São ainda apresentados os princípios de funcionamento dos equipamentos e os processos de manutenção específicos a que estão sujeitos com descrição detalhada de várias intervenções-tipo representativas das atividades de manutenção realizadas.

Todo o trabalho de campo foi realizado em ambiente hospitalar, sendo muito gratificante ter a oportunidade de interagir diretamente com a classe médica e todos os equipamentos médicos utilizados.

Palavras-chave: Engenharia clínica, manutenção, hospitais, eletromedicina, equipamento médico.

ABSTRACT

Medical equipment has a very important role in medicine. This fact has become very relevant because medical equipment is a fundamental aid in achieving with success the most common medical tasks in a hospital.

However, to be able to ensure a high level of reliability and security in medical equipment usage, a correct maintenance procedure is essential. Although involving high financial costs, maintenance in Clinical Engineering is a key point as an equipment quality indicator, allowing to prevent major accidents or mistakes that can dictate incorrect diagnosis of a disease and the associated inadequate treatments. Especially in hospitals, failures related to the lack of equipment maintenance cannot be tolerated.

This Internship Report presents the work carried out during a curricular internship, included in the Master's in Electrical Engineering study plan. The main objective of this document is to describe the acquired knowledge and experience, as well as the study work, activities and tasks performed during the curricular internship at Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda (STB). In the Coimbra area, the company STB operates at Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC), and is physically located in the internal installations of Hospital Geral (HG).

In this report, the importance of Clinical Engineering is emphasized, while describing the main principles associated with maintaining medical devices. The main internship activities, focused on performing preventive and corrective maintenance of various medical equipments, are also described. Special attention was given to the electrobisturi, the defibrillator and to sterilization equipment. In addition, the operating principles of the equipment, their specific maintenance procedures as well as detailed examples of several representative maintenance activities, are also presented.

All the field work was conducted in the hospital environment, and the opportunity to interact directly with physicians and all the medical equipment was personally very gratifying.

Keywords: Clinical engineering, maintenance, hospitals, electromedical, medical equipment.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	III
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABELAS	XIII
ABREVIATURAS	XV
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Apresentação do Estágio	1
1.2. Enquadramento.....	1
1.3. Objetivos	2
1.4. Organização do Documento	3
2. EMPRESA DE ACOLHIMENTO	5
2.1. Estrutura da empresa	5
2.2. Localização e caracterização do local de trabalho.....	7
2.3. Organização da Empresa	9
2.4. Processo de Intervenção	11
2.5. Qualidade/Certificação.....	14
3. ENGENHARIA CLÍNICA	17
3.1. Conceito de Engenharia Clínica	17
3.2. Modo de atuação em ambiente de Manutenção Hospitalar	18
3.3. Manutenção de Equipamentos.....	20
3.3.1. Tipos de Manutenção.....	22
3.3.2. Estratégia e custos associados a ações de manutenção	24
3.4. Equipamentos de apoio	24
3.4.1. Equipamento de teste de Segurança Elétrica.....	25
3.4.2. Equipamento de teste de desfibriladores	26
3.4.3. Equipamento de teste de eletrobisturis.....	26
3.4.4. Simulador de SPO2	27
3.4.5. Analisador de ventiladores.....	28
3.4.6. Multímetro digital	28
3.5. Regras de Segurança e Higiene no Trabalho.....	29

4. EQUIPAMENTOS DE ELETROMEDICINA	31
4.1. Tipos de equipamentos e sua classificação	31
4.2. Efeitos produzidos pela corrente elétrica no corpo humano	31
4.3. Eletrobisturi	34
4.3.1. Reação do corpo humano ao choque de Altas Frequências e Efeitos Térmicos	35
4.3.2. Funcionamento do eletrobisturi	39
4.3.2.1. Técnica Monopolar	39
4.3.2.2. Técnica Bipolar	42
4.4. Desfibrilhador	42
4.4.1. Reação do corpo humano ao choque elétrico de baixas frequências	44
4.4.2. Funcionamento do desfibrilhador	46
4.5. Equipamentos de Esterilização	48
4.5.1. Processo de esterilização	49
5. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO	51
5.1. Equipamentos analisados	51
5.2. Manutenção de Eletrobisturis	52
5.2.1. Processo de Manutenção Preventiva	53
5.2.2. Processo de Manutenção Corretiva	64
5.3. Manutenção de Desfibrilhadores	65
5.3.1. Processo de Manutenção Preventiva	66
5.3.2. Processo de Manutenção Corretiva	73
5.4. Manutenção de Equipamentos de Esterilização	74
5.4.1. Processo de Manutenção Preventiva	75
5.4.2. Processo de Manutenção Corretiva	79
6. CONCLUSÕES	81
6.1. Considerações finais	81
6.2. Trabalhos Futuros	82
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXOS.....	87
ANEXO I – ESTRUTURA DA EMPRESA	89
ANEXO II – EXEMPLO DE UM PI	91
ANEXO III – EN ISO 9001:2008 e EN ISO 13485:2004	93
ANEXO IV – Lista completa dos equipamentos em contrato de manutenção entra a STB e o CHUC	95
ANEXO V – Tabela síntese dos principais equipamentos analisados (características e intervenções)	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Grupo de hospitais CHC (Hospital Geral, Hospital Pediátrico e Maternidade Bissaya Barreto).	6
Figura 2.2 - CHC: Hospital Geral.....	8
Figura 2.3 – GHAF: página de PIs.	9
Figura 2.4 – GHAF: página de estatísticas.	10
Figura 2.5 – Pedido de Intervenção.	11
Figura 2.6 – Registo de um novo equipamento.	11
Figura 2.7 – Fluxograma de funcionamento do processo de resolução de anomalia do CHC.....	12
Figura 2.8 – Fluxograma de funcionamento de resolução de anomalia da STB no CHUC.....	13
Figura 2.9 – Fluxogramas de funcionamento de subprocessos da STB.....	14
Figura 3.1 – Gabinete Técnico de Trabalho.	19
Figura 3.2 – Tipos de manutenção.....	22
Figura 3.3 – Equipamento de teste DNI Nevada medTester 6000.	25
Figura 3.4 – Equipamento de teste Metron QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer.	26
Figura 3.5 – Equipamento de teste DNI Nevada 402 A.	27
Figura 3.6 – Equipamento de teste DNI Nevada CardioSat 100.	27
Figura 3.7 – Equipamentos de teste Fluke VT MOBILE e Soderel Medical Mobi+.....	28
Figura 3.8 – Equipamento de teste Fluke 17B.....	28
Figura 4.1 – Relação entre o tempo e corrente de fibrilhação.	33
Figura 4.2 – Relação entre a frequência e a intensidade de corrente no corpo humano.	33
Figura 4.3 – Eletrobisturi.....	34
Figura 4.4 – Diagrama de blocos do eletrobisturi.....	35
Figura 4.5 – Utilização de um eletrobisturi ou unidade eletrocirúrgica como passagem da corrente elétrica pelo corpo humano.	36
Figura 4.6 – Efeito nos tecidos com temperaturas entre 70°C e 100°C.	37
Figura 4.7 – Efeito nos tecidos com temperaturas superiores 100°C.....	38
Figura 4.8 – Efeito nos tecidos com temperaturas muito elevadas.	38
Figura 4.9 – Técnicas de uso monopolar e bipolar do eletrobisturi.	39
Figura 4.10 – Sinalética do botão do modo de Corte Puro.	40
Figura 4.11 – Sinalética do botão do modo de Corte <i>Blend</i>	40
Figura 4.12 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por Dissecção.	40
Figura 4.13 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por Fulguração.	41
Figura 4.14 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por <i>Spray</i>	41
Figura 4.15 – Formas de ondas da corrente elétrica no corte e coagulação.....	42
Figura 4.16 – Técnica bipolar.....	42
Figura 4.17 – Desfibrilhador	43

Figura 4.18 – Posicionamento das placas para a transmissão de energia e efetiva desfibrilhação.....	44
Figura 4.19 – Diagrama de blocos do desfibrilhador.....	44
Figura 4.20 – Efeito Farádico em função da frequência.....	45
Figura 4.21 – Formas de onda monofásica (lado esquerdo) e bifásica (lado direito).....	47
Figura 4.22 – Instante de atuação de um desfibrilhador.....	48
Figura 4.23 – Sala de esterilização.....	48
Figura 5.1 – Eletrobisturi Valleylab Force FX.....	52
Figura 5.2 – Vista interior do Valleylab Force FX.....	54
Figura 5.3 – Pedal para funções de corte e coagulação (lado esquerdo) e função bipolar (lado direito).....	55
Figura 5.4 – Chapa de características do Valleylab Force FX.....	55
Figura 5.5 – Esquema de ligações para a medição de potência do eletrobisturi.....	56
Figura 5.6 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de potência.....	56
Figura 5.7 – Forma de onda de corte puro, corte com coagulação e coagulação respetivamente.....	57
Figura 5.8 – Esquema de ligações para a medição de corrente de fuga Neutro/Terra.....	58
Figura 5.9 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Neutro/Terra.....	58
Figura 5.10 – Esquema de ligações para a medição de corrente de fuga Eléctrodo/Terra.....	59
Figura 5.11 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Eléctrodo/Terra.....	59
Figura 5.12 – Esquema de ligação para a medição de corrente de fuga Bipolar isolado.....	60
Figura 5.13 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Bipolar isolado.....	60
Figura 5.14 – Esquema de ligações para a verificação de CQM.....	61
Figura 5.15 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a verificação de CQM.....	61
Figura 5.16 – Local de colocação da etiqueta de manutenção preventiva.....	62
Figura 5.17 – Placa do eletrobisturi Valleylab Force FX.....	64
Figura 5.18 – Conexão da placa do paciente.....	65
Figura 5.19 – Conexão dos pedais.....	65
Figura 5.20 – Desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.....	66
Figura 5.21 – Vista interior do S&W Cardio-Aid MC.....	67
Figura 5.22 – Medição do ECG através das pás do desfibrilhador.....	68
Figura 5.23 – Exemplo para descarga de 300J.....	69
Figura 5.24 – Exemplo para descarga sincronizada de 50J.....	70
Figura 5.25 – Bateria do S&W Cardio-Aid MC.....	71
Figura 5.26 – Pás de desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.....	73
Figura 5.27 – Pás de desfibrilhador.....	73
Figura 5.28 – Impressora de desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.....	74
Figura 5.29 – Teste de bowie-dick.....	75
Figura 5.30 – Autoclave Matachana Serie 1000.....	76
Figura 5.31 – Gerador de Vapor.....	77
Figura 5.32 – Sistema de Vácuo.....	77

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Efeitos da corrente no corpo humano.	32
Tabela 4.2 – Resumo dos efeitos da corrente sobre a pele em função da temperatura do tecido.	38
Tabela 4.3 – Relação entre o tipo de embalagem e local com o tempo máximo de armazenamento.	50
Tabela 5.1 – Descrição quantitativa de equipamentos médicos analisados.	51

ABREVIATURAS

MEE	Mestrado em Engenharia Eletrotécnica
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
STB	Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda.
SNS	Serviço Nacional de Saúde
TBS	Telematic and Biometric Services
CHC	Centro Hospitalar de Coimbra
HG	Hospital Geral de Coimbra
HP	Hospital Pediátrico de Coimbra
MBB	Maternidade Bissaya Barreto
SI3C	Sistema Informativo Integrado para a Engenharia Clínica
SIE	Serviço de Instalação e Equipamentos
CHMT	Centro Hospitalar do Medio Tejo
CHUC	Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra
Ghaf	Gestão Hospitalar de Armazém e Farmácia
ST+I	Serviços Técnicos de Informática
PI	Pedidos de Intervenção
SGQ	Sistema de Gestão de Qualidade
ECG	Eletrocardiograma
CQM	<i>Contact Quality Monitor</i>
SPO2	Saturação Periférica de Oxigénio
AF	Alta Frequência
DAE	Desfibrilhador Automático Externo
CDI	Desfibrilhador Implantável Interno
bpm	Batimentos por minuto

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é apresentada uma breve descrição do estágio, a motivação que originou a proposta de trabalho, o seu enquadramento e objetivos no âmbito curricular assim como o respetivo planeamento do trabalho. É ainda apresentada a organização deste documento descrevendo o conteúdo de cada capítulo.

1.1. Apresentação do Estágio

Este relatório descreve o estágio realizado por David Rafael Correia Silva, no âmbito da componente de Estágio do Mestrado em Engenharia Eletrotécnica (MEE) – Área de Especialização em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia, do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

O estágio foi realizado na empresa Serviços Telemáticos e Biomédicos Unipessoal, Lda., com representação em Coimbra e sede em Oeiras.

A orientação do estágio esteve a cargo dos professores Doutor Fernando Lopes e Mestre Marco Silva, tendo sido supervisionado na empresa pelo Eng. João Martins e o Sr. Sérgio Rodrigues. O estágio decorreu no período compreendido de 29 de outubro de 2012 a 28 de junho de 2013.

1.2. Enquadramento

O ramo da eletromedicina assume cada vez maior importância no funcionamento de qualquer Hospital, já que é essencial que todos os equipamentos estejam aptos para o correto manuseio e funcionamento sem por em causa a vida dos pacientes.

A empresa Serviços Telemáticos e Biomédicos (STB) é uma empresa internacional na área da eletromedicina, e atua de modo a permitir aos hospitais a libertação de serviços que não se inserem na sua função específica de prestação de cuidados de saúde.

A atividade desta empresa rege-se pela execução da missão estratégica de contribuir para a sustentabilidade do Serviço Nacional de Saúde (SNS).

A STB atualmente presta serviços em vários hospitais, nomeadamente em Coimbra, através de contratos de manutenção que incluem manutenção preventiva e corretiva, mas excluem avarias por eventual má utilização dos equipamentos em questão. Neste último caso, é necessário elaborar um orçamento de reparação, que será apresentado ao hospital, a fim de este decidir a aprovação ou abate tendo em conta o custo de reparação, utilização, idade e necessidade de utilização do equipamento. A manutenção preventiva é, por norma, planeada e consiste em testes de funcionalidade elétrica e testes de funcionamento com equipamentos apropriados.

Todos os equipamentos de teste são periodicamente calibrados e testados para que cada manutenção seja efetuada da forma mais correta e fiável.

O presente estágio foi enquadrado no plano de estudos do MEE, na componente de estágio.

1.3. Objetivos

Este estágio tem como objetivo geral o aprofundamento da formação do estagiário, em contexto de trabalho, no âmbito do MEE.

Tem ainda como missão a obtenção de competências e aprofundamento de conceitos nomeadamente na área da eletromedicina tendo em conta os seguintes objetivos:

- Aplicar a contextos reais de trabalho os conhecimentos adquiridos nas várias unidades curriculares que compõem a formação académica;
- Observar, reconhecer e executar as regras de segurança e higiene no trabalho;
- Conhecer o funcionamento dos equipamentos hospitalares médicos;
- Interpretar e relacionar esquemas eletrónicos dos equipamentos;
- Identificar as avarias nos diferentes tipos de equipamentos;
- Tomar consciência da dinâmica inerente ao mundo trabalho;
- Aprender conceitos e adquirir experiência de manutenção em geral e de eletromedicina em particular.

O trabalho de campo realizado consistiu em ações de manutenção preventivas e corretivas de equipamentos hospitalares tais como ventiladores, ventiladores de anestesia, aparelhos de monitorização, eletrobisturis, desfibrilhadores, mesas operatórias, entre outros. Em paralelo

foram estudados os conceitos, tecnologias de suporte, princípios de funcionamento, processos de manutenção e ações no paciente de todos os equipamentos mencionados.

1.4. Organização do Documento

O presente relatório está estruturado de forma a permitir que qualquer leitor possa ficar a conhecer e a compreender o trabalho desenvolvido. Assim, não só com o intuito de o dar a conhecer, mas também em apresentar os procedimentos escolhidos, este documento está estruturado em 6 capítulos.

O presente capítulo, “Introdução”, é uma breve apresentação do estágio com o seu enquadramento e objetivos, bem como este resumo de cada um dos capítulos que constituem o documento.

No Capítulo 2, “Empresa de Acolhimento”, é efetuada uma descrição da empresa onde o trabalho foi desenvolvido e o seu modo de funcionamento no meio hospital.

Relativamente ao Capítulo 3, “Engenharia Clínica”, é apresentado como deve atuar um Engenheiro em ambiente hospitalar, descrevendo a atividade de manutenção em dispositivos médicos, incluindo os vários tipos de equipamentos, estratégias e equipamentos de apoio.

No Capítulo 4, “Equipamentos de Eletromedicina”, são referidos e analisados com maior destaque o eletrobisturi, desfibrilhador e equipamentos de esterilização, apresentando os seus componentes, modos de funcionamento e técnicas de correta utilização.

No que respeita ao Capítulo 5, “Atividades de Manutenção”, são apresentados os procedimentos desenvolvidos nas principais intervenções efetuadas no decorrer do estágio. Inclui-se em detalhe as técnicas e ações de manutenção, com exemplos de intervenções-tipo concretas, de eletrobisturis, desfibrilhadores e equipamentos de esterilização.

No Capítulo 6, “Conclusões” são expostas as notas finais e são referidos alguns trabalhos que, na opinião do autor deste relatório, devem ser realizados num futuro próximo.

2. EMPRESA DE ACOLHIMENTO

Neste capítulo é apresentada a empresa de acolhimento do estágio, fazendo-se uma descrição das suas atividades e da forma de atuar nas diversas áreas de intervenção. Também é descrito, de modo pormenorizado, o local onde foi desenvolvido o trabalho ao longo do período de estágio.

2.1. Estrutura da empresa

A TBS Group é uma empresa multinacional sediada em Itália e, atualmente opera em 18 países - Áustria, Bélgica, Chile, China, França, Gabão, Alemanha, Índia, Itália, Nigéria, Países Baixos, Peru, Portugal, Emirados Árabes Unidos, Sérvia, Espanha, Suíça e Reino Unido.

A STB (TBSPT) atua em Portugal desde 2004 e, em margem de expansão, oferece os seus serviços de engenharia clínica a 20 hospitais, a que corresponde um total de 7.000 equipamentos médicos.

Em Portugal, os serviços de manutenção em equipamentos de eletromedicina funcionam através de contratos de manutenção capazes de prestar serviços de manutenção e assistência, e são aplicados em equipamentos de marcas distintas que incluem manutenção preventiva, manutenção corretiva, teste de segurança elétrica e funcional, inventário dos equipamentos, receção de novos equipamentos e testes de aceitação, assim como assessoria técnica. Toda a gestão administrativa e comercial da STB é feita na sede, enquanto o trabalho de campo é realizado nas unidades hospitalares respetivas, ou pertencentes ao mesmo grupo de unidades hospitalares.

Em Coimbra, a STB presta serviços, desde 2011, no Centro Hospitalar de Coimbra¹ (CHC), que inclui o Hospital Geral (HG) (conhecido como Hospital dos Covões), Hospital Pediátrico de Coimbra (HP) e Maternidade Bissaya Barreto (MBB) (Figura 2.1).

No ANEXO I – ESTRUTURA DA EMPRESA encontra-se representada a estrutura e organização da STB.

¹ Criado pelo Decreto-Lei n.º 50-A/2007, de 28 de Fevereiro, integra três estabelecimentos hospitalares: Hospital Geral, Hospital Pediátrico e Maternidade de Bissaya Barreto.



Figura 2.1 – Grupo de hospitais CHC (Hospital Geral, Hospital Pediátrico e Maternidade Bissaya Barreto) [1].

Como empresa de engenharia clínica, a STB e todo o Grupo TBS, fornecem serviços individuais ou no âmbito de uma oferta unificada. Estes serviços incluem [2]:

Manutenção:

- Manutenção preventiva, realizada periodicamente e com critérios predefinidos;
- Manutenção corretiva, realizada após a deteção de uma avaria.

Verificações de segurança:

- Realizam-se periodicamente com ferramentas calibradas, em todos os equipamentos de eletromedicina e em conformidade com as normas aplicáveis.

Controlo de qualidade:

- Permite identificar a degradação do desempenho dos equipamentos elétricos e mecânicos, garantindo uma funcionalidade constante.

Gestão informatizada:

- O Sistema Informativo Integrado para a Engenharia Clínica (SI3C) gere e relata todas as operações de gestão dos equipamentos biomédicos, fornecendo também os indicadores de qualidade do serviço.

Consultoria:

- A consultoria visa a definição das técnicas específicas para a preparação dos cadernos de compra de novas tecnologias, a elaboração dos planos técnico-económicos de aquisição de novos equipamentos, o controlo da atividade de fornecedores de serviços e ao apoio do hospital na gestão do risco.

Aceitação e ensaio dos equipamentos:

- O processo prevê o controlo do produto e da conformidade da documentação que o suporta, a aquisição de dados para uma correta inventariação, a verificação dos equipamentos segundo os critérios nacionais e europeus aplicáveis, a inicialização da “placa das ferramentas” e a formação dos trabalhadores.

Gestão dos inventários:

- A atividade pressupõe a identificação dos equipamentos com a codificação relativa Emergency Care Research Institute (ECRI) (classe, produtor, modelo), incluindo a rotulagem com sistemas Radio-Frequency IDentification (RFID), a estimativa económica e a gestão da documentação anexa.

Cursos de formação:

- A formação é ministrada com base nas exigências do cliente, destinando-se ao pessoal técnico, médico e paramédico. Além disso, também existem cursos institucionais sobre a segurança e a manutenção de tecnologias e equipamentos biomédicos.

2.2. Localização e caracterização do local de trabalho

O Gabinete Técnico de Trabalho, onde o estágio foi realizado, situa-se nas instalações dos CHC, junto ao Serviço de Instalação e Equipamentos (SIE) (Figura 2.2). Por vezes foi necessário realizar deslocações aos diversos serviços do CHC, por motivos de impossibilidade de deslocação do equipamento, a sua indispensável utilização ou, simplesmente, por urgência da ação a realizar. Numa fase final, foi realizada uma visita ao Centro Hospitalar do Médio Tejo (CHMT), de modo a conhecer e acompanhar ações de manutenção planeadas a equipamentos que estavam fora do contrato de manutenção da STB no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC).



Figura 2.2 - CHC: Hospital Geral.

Os três hospitais, pertencentes ao CHC, onde a STB intervém em Coimbra (HG, HP e MBB) estão localizados num raio de 8 Km, e todos situados na zona urbana da cidade de Coimbra) [1],[3].

O CHC integra ainda os Serviços Centrais (gestão e logística), os Serviços Comuns (ação médica, complementares de diagnóstico e terapêutica e de apoio que desenvolvem a sua atividade nos três hospitais integrados) e a Obra Social (um internato infantil para acolhimento de crianças em risco e três infantários para crianças dos 3 meses aos 5 anos).

O HG situa-se na Quinta dos Vales nas imediações do Centro de Saúde de S. Martinho do Bispo, Escola Superior de Tecnologias da Saúde e Escola Superior de Enfermagem Bissaya Barreto. O Hospital Pediátrico localiza-se na freguesia de Santo António dos Olivais, nas proximidades dos Hospitais da Universidade de Coimbra, E.P.E. É um hospital central e especializado, que serve pacientes em idade pediátrica (entre os 364 dias e os 17 anos). A Maternidade de Bissaya Barreto situa-se na zona de Celas, na freguesia da Sé Nova, próxima do Centro de Saúde de Celas. Destina-se a prestar cuidados às mães, e a assegurar o acompanhamento e desenvolvimentos das crianças, antes e após o nascimento.

A maioria do trabalho realizado durante a formação em contexto de trabalho e descrito neste documento foi maioritariamente efetuado no HG devido ao maior número de equipamentos situados no mesmo e devido à localização do Gabinete Técnico de Trabalho.

2.3. Organização da Empresa

A organização e registo de todas as atividades realizadas na STB foi efetuada com recurso à aplicação informática usada pelos CHC – Gestão Hospitalar de Armazém e Farmácia (GHAF) e a aplicação utilizada pela TBS.

A aplicação GHAF foi desenvolvida pela empresa Serviços Técnicos de Informática (ST+I), e é uma aplicação de gestão hospitalar capaz de relacionar toda a logística de Compras/Gestão e Imobilizado/Manutenção, evitando a integração entre diversos tipos de *software* e de todos os problemas que daí decorrem. Esta aplicação apresenta restrições a nível de utilizador para que cada funcionário do hospital possa apenas ter acesso a conteúdos que lhe sejam destinados.

Perante o GHAF, a STB é vista como um utilizador que permite abrir os Pedidos de Intervenção (PI) pendentes (Figura 2.3), editá-los e finalizá-los. Também se pode pesquisar e consultar todos os equipamentos, visualizar o histórico dos PI e estatísticas por equipamentos ou por serviço (Figura 2.4). Como se trata de uma empresa que realiza tarefas de manutenção em equipamentos, não pode, por exemplo, fazer um novo PI, já que essa tarefa está atribuída aos responsáveis de cada serviço.

The screenshot displays the GHAF2010 application window. The main area shows a table of maintenance requests with columns for 'Num Ped', 'Data Pedido', 'Unidade Hosp.', 'Ccu.Ped', 'Local', and '% Cond.'. The table lists several requests, with the first one (Num Ped 23094) selected. Below the table, a detailed view of the selected request is shown, including the 'Descrição Original', 'Descrição Actual', and 'Detalhes do Pedido'.

Num Ped	Data Pedido	Unidade Hosp.	Ccu.Ped	Local	% Cond.
23094	04-12-2012	CHC-CENTRO HOSP...	Bloco Operatório - Gastos Com...	bloco - recobro	0
23059	03-12-2012	CHC-CENTRO HOSP...	C. EXT. ESTOMATOLOGIA H.G.	4ª cadeira da área ...	100
22971	29-11-2012	CHC-MATERNIDADE...	C. EXT. U.I.P. - OBSTETRICIA	Gabinete de RCT.	0
22908	27-11-2012	CHC-CENTRO HOSP...	Bloco Operatório - Gastos Com...	bloco	100
22847	26-11-2012	CHC-MATERNIDADE...	UCI NEONATOLOGIA		0
22889	20-11-2012	CHC-MATERNIDADE...	C. EXT. GINECOLOGIA	23 (sala de colheita)	100
22673	20-11-2012	CHC-MATERNIDADE...	UCI NEONATOLOGIA	UCIN	0
22659	19-11-2012	CHC-CENTRO HOSP...	Bloco Operatório - Gastos Com...	bloco	0
22588	16-11-2012	CHC-CENTRO HOSP...	Bloco Operatório - Gastos Com...	bloco - sala 6	100
22554	15-11-2012	CHC-CENTRO HOSP...	Bloco Operatório - Gastos Com...	bloco	100

Detalhes do Pedido

Número do Pedido	23094
Título	Módulo de sinais vitais - reco...
Prioridade do Pedido	Urgente
Prioridade do Serviço	Urgente
Estado	Reparação
Data Prevista de Conclusão	
Data de Finalização	
Imprudência	
Responsável pelo Pedido	3405
Pedido principal	

Figura 2.3 – GHAF: página de PIs.

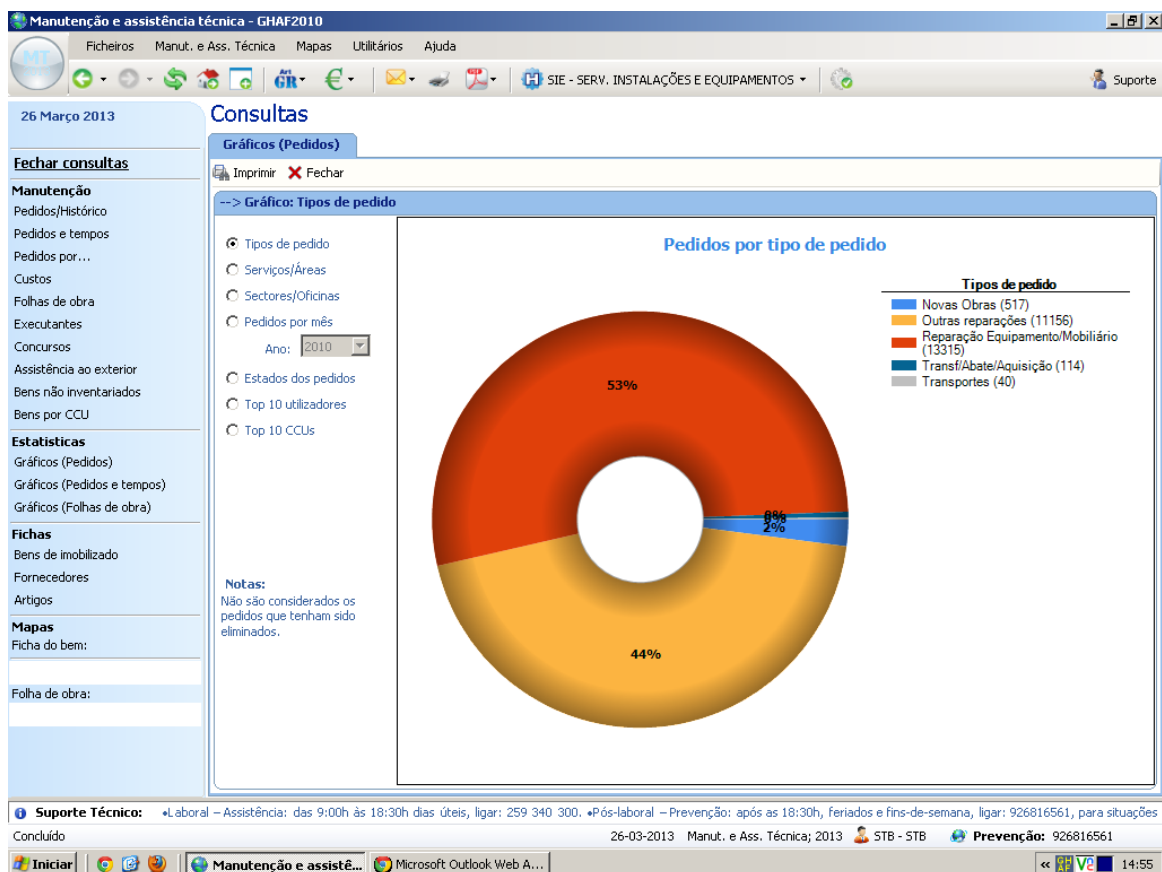


Figura 2.4 – GHAF: página de estatísticas.

No ANEXO II – EXEMPLO DE UM PI é apresentado um exemplo de um PI e o histórico que esse pedido apresenta até chegar a cargo da STB.

O *software* utilizado no grupo TBS, é similar ao GHAF, mas mais enquadrado para uma gestão de nível empresarial. Como apenas a STB tem acesso a este *software*, existem inúmeras vantagens, o que torna a informação muito mais detalhada e precisa. O registo dos PI é muito mais pormenorizado com a possibilidade de inserir as condições exatas em que foi feita a intervenção, como é possível ver na Figura 2.5. O registo de equipamentos também é bastante versátil e completo, o que facilita imenso o seu acesso quando ocorre um PI (Figura 2.6). As informações inseridas neste *software* são enviadas automaticamente para a sede da STB de modo a obter estatísticas em todos os hospitais onde a empresa atua [4].

Figura 2.5 – Pedido de Intervenção.

Figura 2.6 – Registo de um novo equipamento.

2.4. Processo de Intervenção

Os serviços prestados pela STB são realizados através de contrato de manutenção que inclui manutenção preventiva e corretiva, mas não inclui avarias por eventual má utilização dos equipamentos em questão.

Normalmente, os pedidos de intervenção são realizados pelo enfermeiro responsável de cada serviço através de um sistema interno do hospital (GHAF) que de seguida é encaminhado pelo engenheiro dos SIE responsável da manutenção do hospital. Quando o equipamento está sob a responsabilidade dos SIE e estes não têm capacidade para o resolver, é aberto um concurso externo onde a STB poderá apresentar uma solução para a anomalia detetada. Quando o equipamento está sob contrato de manutenção com a STB, é analisado e é efetuada a intervenção de modo a corrigir a anomalia no menor tempo possível tendo sempre em conta a segurança e a qualidade do serviço efetuado.

As Figuras 2.7, 2.8 e 2.9 apresentam, com o auxílio de fluxogramas desenvolvidos pela equipa da STB à data do estágio (outubro de 2012), todos os passos de um PI, desde a deteção até a resolução da anomalia para as duas situações descritas anteriormente.

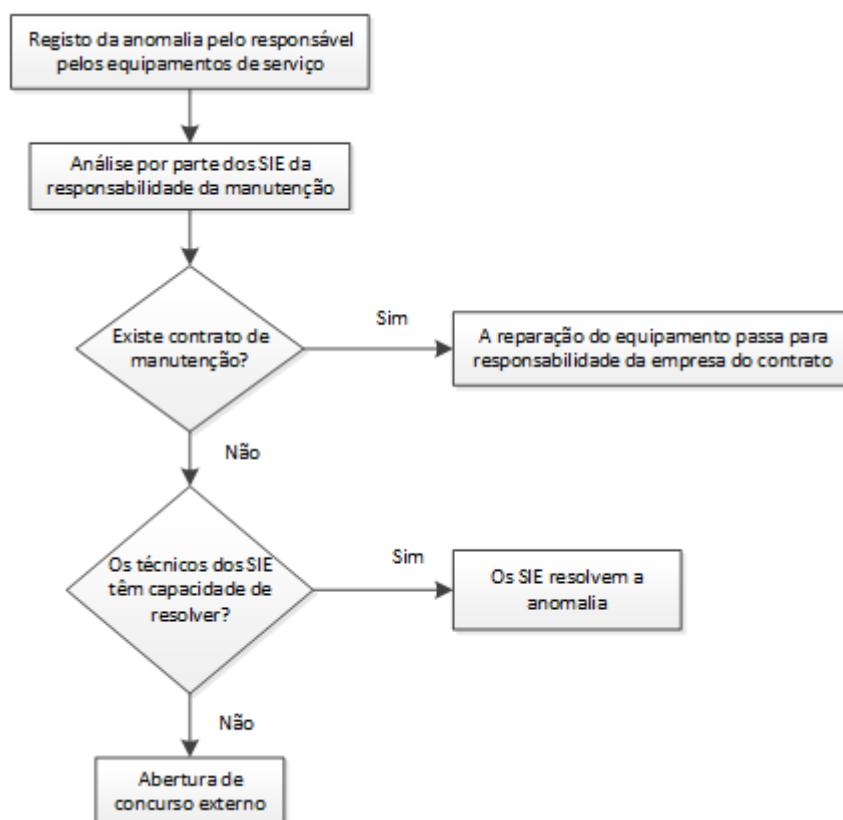


Figura 2.7 – Fluxograma de funcionamento do processo de resolução de anomalia do CHC [5].

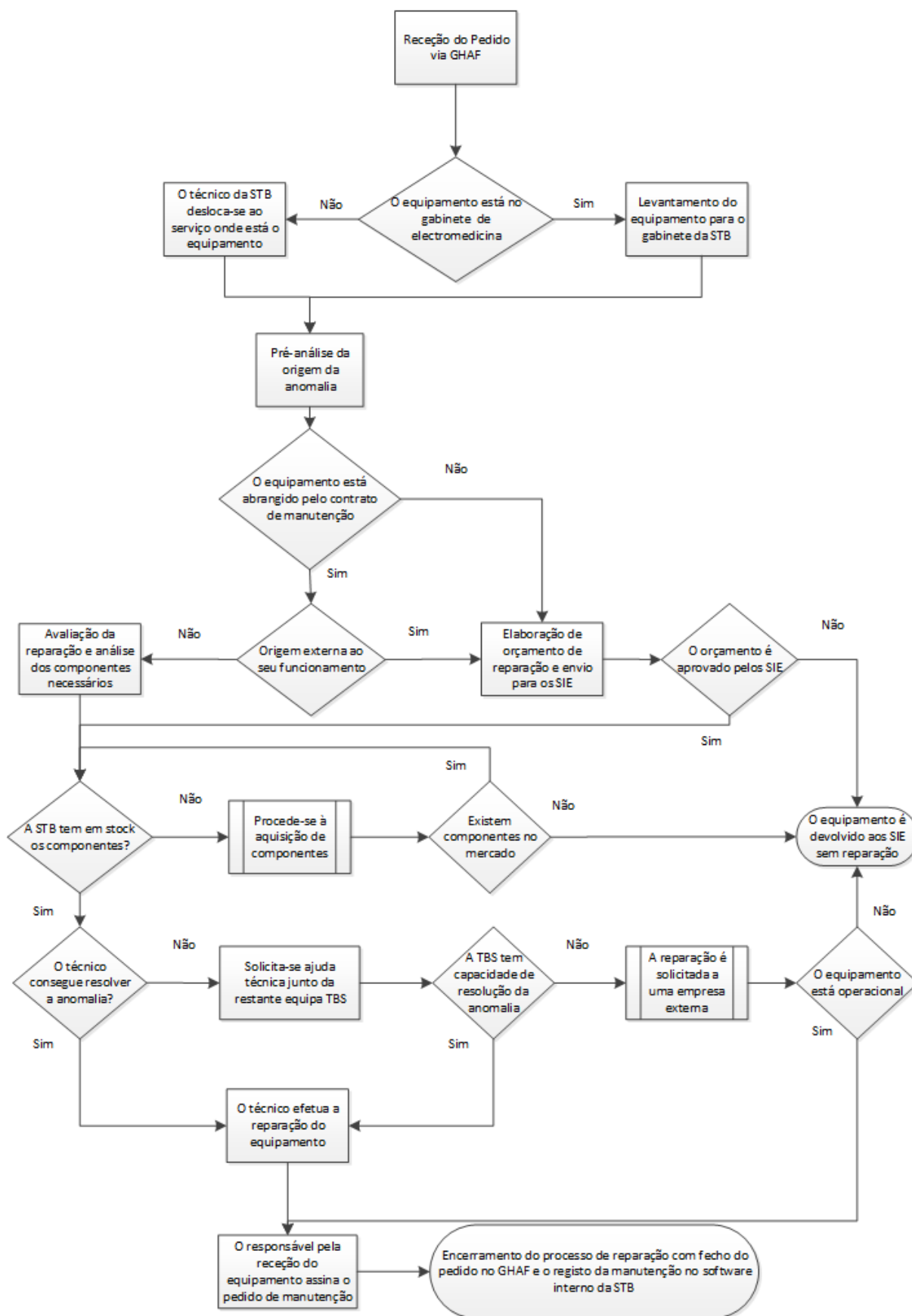


Figura 2.8 – Fluxograma de funcionamento de resolução de anomalia da STB no CHUC [5].

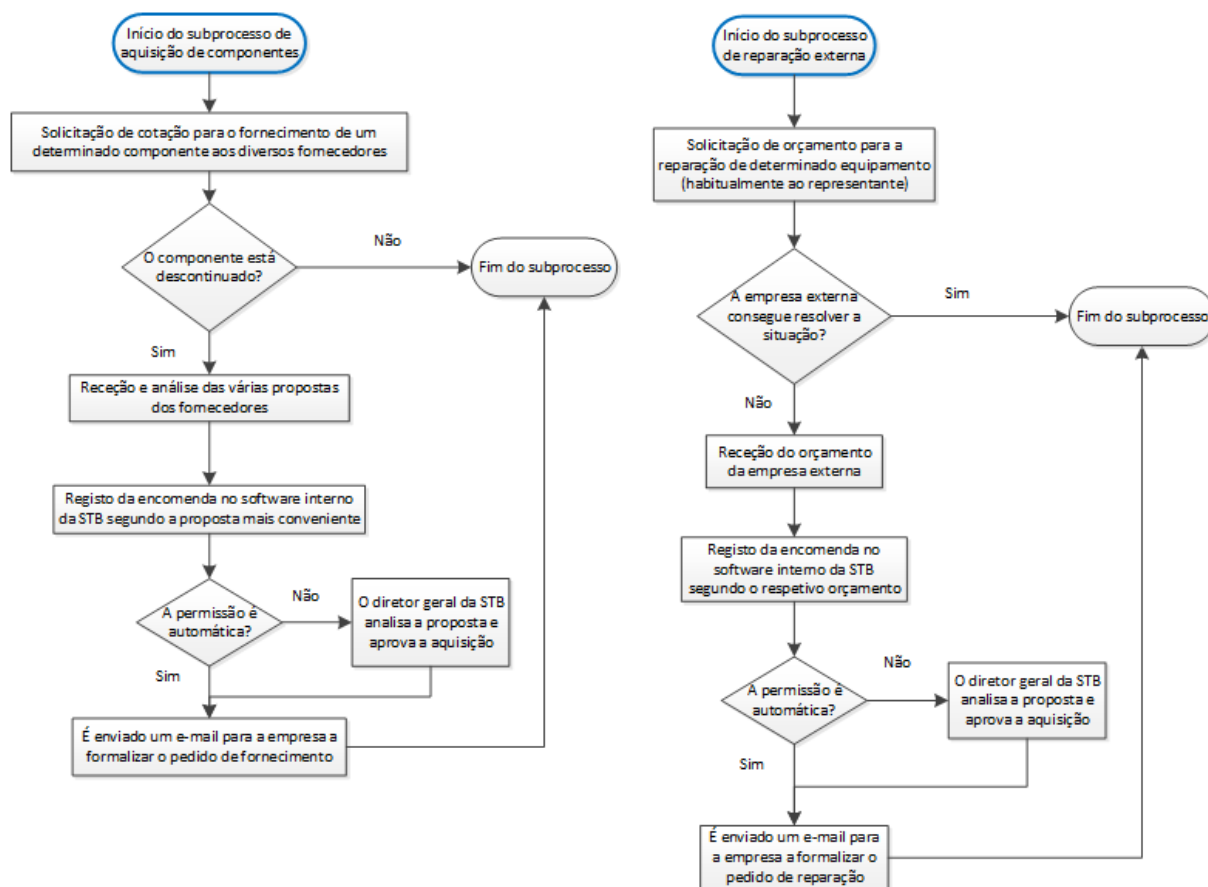


Figura 2.9 – Fluxogramas de funcionamento de subprocessos da STB [5].

2.5. Qualidade/Certificação

A STB é uma empresa certificada por um Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) que abrange as normas EN ISO 9001:2008 e EN ISO 13485:2004 para manutenção de equipamentos médicos (ANEXO III – EN ISO 9001:2008 e EN ISO 13485:2004) [6].

Este SGQ estabelece princípios com base na política de qualidade da empresa que abrange todos os seus funcionários no cumprimento das normas internas essenciais ao bom funcionamento da organização de modo a garantir uma maior eficácia e eficiência nos serviços prestados, satisfazendo as necessidades dos clientes, assim como os requisitos legais que o abrangem.

Os principais documentos do SGQ são o Manual de Qualidade [6] e os seus procedimentos internos. Estes documentos descrevem os procedimentos adotados para proceder à implementação de um SGQ, cumprindo os requisitos da política da qualidade da

empresa e elaborando os registos necessários, através de formulários ou *templates* devidamente controlados.

A NP EN ISO 13485:2004 especifica os requisitos de um sistema da qualidade para organizações que possuam conceção, desenvolvimento, produção, instalação e assistência pós venda de dispositivos médicos ou para a conceção, desenvolvimento e fornecimento de serviços relacionados. A ISO 9001:2008 incorpora muitos dos princípios de gestão da qualidade e oferece os benefícios de um sistema de gestão da qualidade conforme a NP EN ISO 13485:2004, incluindo satisfação do cliente, melhoria dos relacionamentos com as partes interessadas, comprovação das credenciais empresariais, redução de custos operacionais, melhoria do gestão de riscos, conformidade legal e capacidade de efetuar mais negócios.

3. ENGENHARIA CLÍNICA

Neste capítulo é abordado o conceito de engenharia clínica no âmbito da manutenção de equipamento hospitalar. As intervenções efetuadas nas instalações e equipamentos estão sujeitas a um planeamento rigoroso para garantir a elevada fiabilidade e qualidade, fundamentais para a confiança da classe médica nos equipamentos que utilizam [6].

3.1. Conceito de Engenharia Clínica

O papel da engenharia clínica nas unidades hospitalares tem-se tornado cada vez mais importante ao nível das decisões técnicas e administrativas tendo como principal função a aplicação de tecnologia e métodos de engenharia na tentativa de solucionar problemas relacionados com os serviços nas unidades hospitalares [7].

Assim, um engenheiro clínico, além de todos os conhecimentos técnicos, deve reunir um conjunto de competências de forma a poder ser envolvido em qualquer atividade relacionada com instrumentação médico-hospitalar desde a avaliação das infraestruturas adequadas à instalação e funcionamento dos equipamentos, até aos cuidados que devem ser tomados para a sua utilização e respetiva manutenção.

As principais atividades de um engenheiro clínico numa unidade hospitalar são [7],[8]:

- Controlar o imobilizado nomeadamente dos equipamentos médicos e seus componentes;
- Auxiliar na aquisição e realizar a aceitação das novas tecnologias;
- Treinar pessoal para realizar a manutenção (técnicos) e a operação dos equipamentos (enfermeiros/médicos);
- Indicar, elaborar e controlar os contratos de manutenção preventiva/corretiva;
- Executar a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos médico-hospitalares;
- Controlar a gestão de *stock* de acessórios e peças de manutenção;
- Estabelecer e controlar o cumprimento das medidas segurança do ambiente hospitalar, no que se refere aos equipamentos médicos;

- Estabelecer rotinas para aumentar a vida útil dos equipamentos médicos;
- Auxiliar nos projetos de informatização, relacionados com os equipamentos médico-hospitalares;
- Implantar e controlar a qualidade dos equipamentos de medição, inspeção e ensaios de acordo com as normas em vigor (NP EN ISO 13485:2004, NP EN ISO 9001:2008 e NP EN ISO 14001:2004 para manutenção de equipamentos médicos);
- Calibrar e ajustar os equipamentos médicos, de acordo com padrões indicados pelos fabricantes;
- Efetuar a avaliação da obsolescência dos equipamentos médicos, acessórios, entre outros, através de análises de relação custo/benefício;
- Apresentar relatórios de produtividade de todos os aspetos envolvidos na gestão e na manutenção dos equipamentos médicos (indicadores de qualidade e/ou produção);

A função de um Engenheiro Clínico foi criada para intervir nas decisões do corpo médico e enfermagem, referente aos procedimentos relativos aos equipamentos médicos. O seu contributo pode significar, para todo o pessoal de saúde, uma melhor qualidade de serviços prestados aos pacientes fazendo da engenharia clínica uma ferramenta fundamental para a sustentabilidade do setor da saúde.

3.2. Modo de atuação em ambiente de Manutenção Hospitalar

De uma forma geral, todas as unidades hospitalares têm um serviço interno responsável pela gestão e manutenção dos seus equipamentos (SIE). Ainda assim, devido à complexidade e especificidade de alguns equipamentos, os órgãos responsáveis pela gestão hospitalar sentem necessidade de contratar, através de contratos de manutenção de equipamentos, empresas representantes das marcas ou empresas multimarca habilitadas e certificadas para a realização destes serviços, como é o caso da STB.

Durante o estágio, e como referido na Secção 2.2, as funções desempenhadas foram desenvolvidas em diversos locais. Sempre que possível, todo o trabalho era realizado no Gabinete Técnico de Trabalho, e apenas quando essa situação não era possível, por motivos de impossibilidade de deslocação do equipamento, a sua indispensável utilização ou rapidez da

ação a realizar, ocorria a deslocação ao local de funcionamento do equipamento. Em ambos os casos, toda a coordenação foi realizada na sede da STB em Portugal.

O Gabinete Técnico de Trabalho (Figura 3.1), situado junto aos SIE do CHC, consiste numa oficina de reparação equipada com todo o material necessário para o correto desempenho de todos os serviços de manutenção para o qual a STB foi contratada, assim como realizar o planeamento de todas as atividades a desempenhar e o armazenamento de todo o *stock* necessário. Este espaço apresenta um apropriado ambiente de trabalho do ponto de vista físico, bem como do ponto de vista de relações interpessoais, comunicação e cooperação.

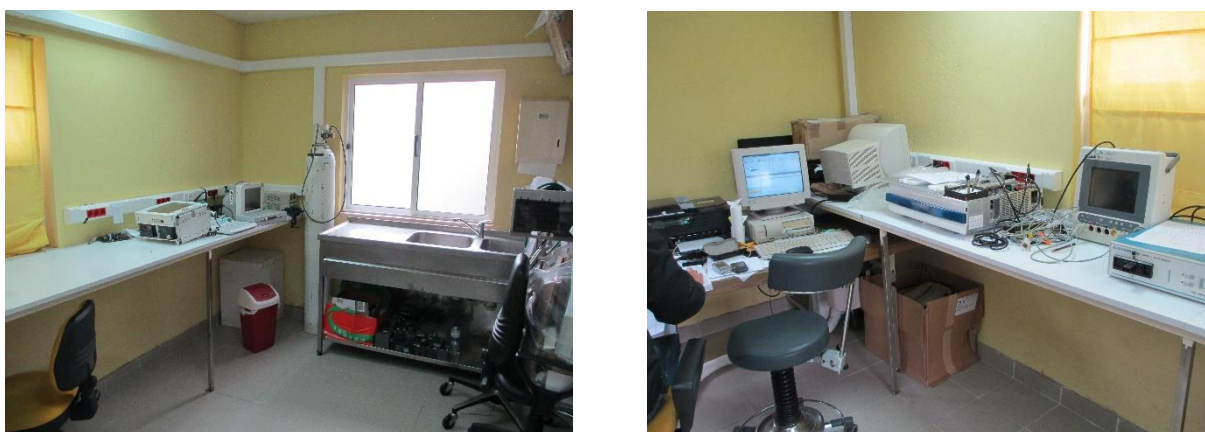


Figura 3.1 – Gabinete Técnico de Trabalho.

Durante as atividades realizadas no Gabinete Técnico de Trabalho, existiu sempre ao dispor todo o equipamento necessário para realizar as atividades de assistência técnica, manutenção e verificações como por exemplo:

- Analisadores: utilizados para verificar e calibrar os equipamentos de eletromedicina como analisadores de desfibrilhadores, de eletrobisturis, de ventiladores, de bombas de infusão e perfusão, de eletrocardiograma (ECG), entre outros. Estes equipamentos de calibração são também sujeitos a programas de calibração e teste de acordo com o fabricante;
- Ferramentas de oficina: tais como fontes de alimentação, osciloscópios, estações de soldadura, fulcrais para o desempenho em intervenções de natureza mecânica, elétrica ou eletrónica;
- Equipamento pessoal: cada técnico tinha à sua disposição ferramentas necessárias para a realização de intervenções.

Sempre que existiu a deslocação ao local de funcionamento do equipamento, foram utilizados cuidados extra na realização de todas as intervenções por, na maioria, se tratarem de locais com menor tolerância a falhas como o Bloco Operatório, Unidade de Cuidados Intensivos, entre outros. Estes serviços, como não são destinados à prática de intervenção de manutenção de equipamentos, são de grande exigência técnica, tanto a nível das instalações como dos procedimentos. Tal motivo prende-se com a necessidade de se realizarem com frequência intervenções cirúrgicas programadas ou urgentes (no caso do Bloco Operatório), ou existirem utentes em serviço de internamento suscetíveis a infeções que necessitam de elevados níveis de cuidados (no caso da Unidade de Cuidados Intensivos). Assim, em diversas situações foi necessário trabalhar em espaços reduzidos e condicionados à sua utilização. Nestas situações foi utilizado o equipamento pessoal e os analisadores necessários para a intervenção correspondente.

Para a prestação de serviços, a STB utiliza varias tecnologias informáticas e de comunicação como:

- Comunicações telefónicas: voz, fax e informática;
- *Software* de gestão do CHC e interno da STB que mantém o registo do inventário de todos os equipamentos e todas as intervenções realizadas na unidade hospitalar;
- Proteção de dados através de Antivírus e *backups* periódicos da base de dado dos *software* de gestão.

Todas as tecnologias informáticas e de comunicação funcionam de um modo distribuído entre os diversos Gabinetes Técnicos e/ou unidades hospitalares.

3.3. Manutenção de Equipamentos

O conceito de manutenção tem evoluído no sentido de aumentar o seu âmbito e diversificar as estratégias de intervenção. Essa evolução foi acompanhada do reconhecimento da sua importância no conjunto das atividades empresariais e da sua interligação com outras áreas funcionais [10].

Assim, define-se manutenção como um conjunto de ações destinadas a garantir o bom funcionamento dos equipamentos através de intervenções oportunas e corretas, com o objetivo dos equipamentos não avariarem ou diminuírem o seu rendimento de produção. No caso de tal ocorrer, interessa que a sua reparação seja efetiva e segura, e que o custo global seja controlado

para permitir assim que o equipamento tenha um maior tempo de vida útil/vida económica [11],[12].

De acordo com a versão Portuguesa da norma EN 13306:2001, entende-se por manutenção 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 pode desempenhar a função requerida” [12],[13].

A manutenção é muito importante por permitir a preservação ambiental através do controlo dos gastos de matérias-primas. A deterioração progressiva dos equipamentos leva ao aumento de custos de manutenção o que requer uma atenção constante relativa ao seu estado de funcionamento. Assim, um correto processo de manutenção oferece maior segurança ao utilizador, equipamentos e património. A importância da manutenção atingiu tal ordem, que se tornou um dos vetores fundamentais na economia. Para isso contribuiu a necessidade de garantir a disponibilidade dos equipamentos por um determinado tempo para cumprir a sua função de um modo fiável [13],[14].

Em hospitais, cujas instalações e equipamentos são muito diversificados e complexos, a manutenção segue princípios gerais, embora a sua aplicação deva atender a certas especificidades do sistema hospitalar tais como os seus objetivos, necessidades, organização e cultura.

A manutenção hospitalar intervém em todas as instalações e equipamentos o que implica que haja uma boa coordenação entre o serviço responsável pela manutenção e os restantes serviços.

A aplicação de ações de manutenção é semelhante à praticada em outras áreas como por exemplo na área industrial. Contudo, na manutenção hospitalar a aplicação de métodos e estratégias de abordagem aos equipamentos médicos são condicionados pela sua especificidade.

Embora praticamente todos os equipamentos exijam cuidados de manutenção, o planeamento e controlo das ações de manutenção têm diferentes níveis de criticidade conforme o risco das instalações. No caso de equipamentos hospitalares, o seu mau funcionamento pode causar danos irreparáveis nos utilizadores e pacientes.

Os hospitais são um dos casos onde uma qualidade global de funcionamento só é conseguida se o fator manutenção estiver presente na maioria das suas atividades. A qualidade de uma intervenção cirúrgica está ligada aos meios humanos, mas também ao correto funcionamento dos equipamentos e à sua segurança. Assim, o paciente está sempre dependente de meios técnicos e qualquer anomalia no seu funcionamento da aparelhagem pode ter consequências graves [15].

3.3.1. Tipos de Manutenção

De uma forma geral, a manutenção está classificada segundo diferentes critérios e deve ser realizada tendo em conta a situação e motivo da intervenção. A Figura 3.2 expõe de modo esquemático os vários tipos de manutenção [10].

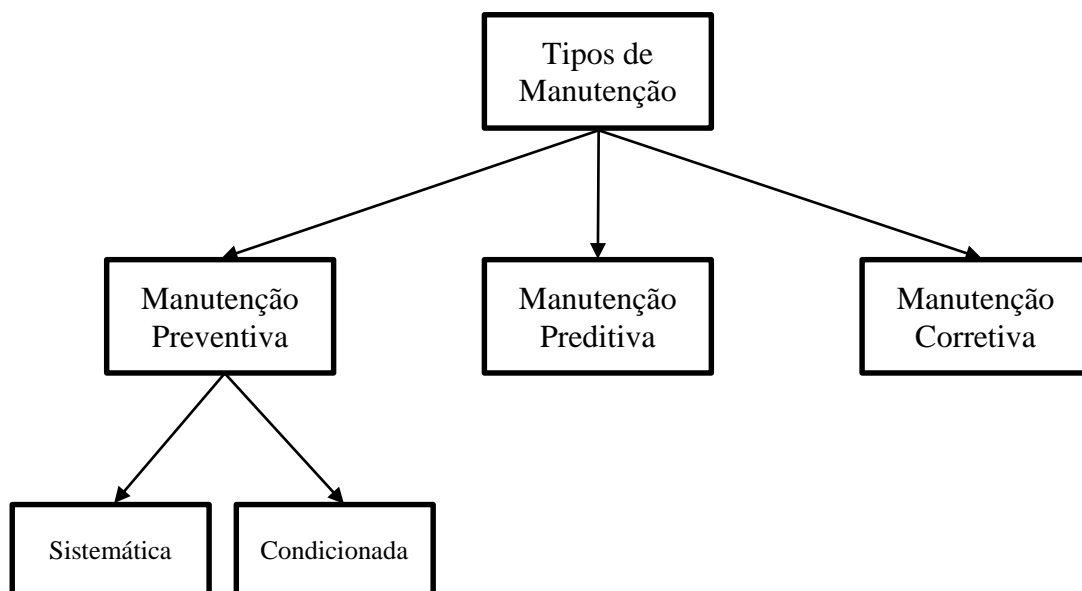


Figura 3.2 – Tipos de manutenção [10].

Manutenção preventiva

Segundo J. M. Torres Farinha, na manutenção preventiva as intervenções podem ocorrer de um modo sistemático ou condicionado e obedecem a um programa previamente estabelecido que visa diferentes objetivos [10]:

- Evitar ocorrências de avarias;
- Equilibrar a carga de trabalho de manutenção;
- Compatibilizar as intervenções com o programa de serviço dos equipamentos;
- Preparar antecipadamente os recursos para tornar as intervenções mais económicas e eficazes.

Quando são realizadas de modo sistemático as intervenções obedecem a um programa que se destina a ser executado periodicamente, sendo os intervalos medidos numa determinada unidade de tempo ou noutra parâmetro de utilização que traduza o funcionamento do equipamento.

Quando são realizadas de modo condicionado, as intervenções são executadas de acordo com o estado de “saúde” do equipamento, ou também o de avaria, se for esta a condição

previamente planeada. Mas, de uma forma geral, associam-se um ou vários parâmetros ao equipamento que, quando atingem determinado limite, dão origem a uma intervenção [10].

Manutenção preditiva

Com base na manutenção preventiva, a manutenção preditiva tem ainda mais premissas. Assim, entende-se por manutenção preditiva a monitorização das condições reais de funcionamento dos equipamentos com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação. É um processo que aumenta o tempo de vida útil dos equipamentos e seus componentes, sendo o seu modo de atuar em base na modificação e análise dos seus parâmetros ou desempenhos [16].

Este tipo de manutenção permite melhorar a produtividade, qualidade do produto e lucro, utilizando uma combinação de ferramentas mais efetivas para obter a condição operativa real de sistemas críticos, e permitindo programar todas as atividades de manutenção conforme os dados obtidos na sua constante análise [17].

A manutenção preditiva pode ser comparada a uma inspeção sistemática, das condições dos equipamentos, tornando-se possível indicar com antecedência eventuais defeitos ou falhas nos equipamentos.

Manutenção corretiva

Na manutenção corretiva incluem-se todas as intervenções não programadas, ou seja, neste tipo de manutenção só é efetuada alguma ação de manutenção após a falha dos equipamentos ou dos seus componentes [10],[17].

É considerado um método caro devido aos elevados custos de peças sobresselentes em caso de rotura de *stock*, custos de trabalho extra e tempo de paragem do equipamento que se agrava quando este é único num determinado serviço ou empresa. Em média, o custo de uma manutenção corretiva é três vezes superior à manutenção planeada [17].

Ao efetuar este tipo de manutenção deve-se ter em conta alguns aspetos importantes, como o estudo das anomalias detetadas, dos pontos críticos dos equipamentos e a reparação bem elaborada dos mesmos, mas em simultâneo deve ser rápida e eficaz.

A possibilidade de realizar ações de manutenção corretivas deve estar sempre presente nos planos de manutenção, pois muitas vezes é impossível prever o momento exato em que ocorrerá uma anomalia [10].

3.3.2. Estratégia e custos associados a ações de manutenção

A manutenção de equipamentos foi, durante muito tempo, considerada, em Portugal e na maioria dos países, “um mal necessário”. Esta situação tem vindo a reverter-se e, para muitas empresas, é agora uma área de investimento que contribui para a redução do custo do produto final e consequentemente para o aumento dos lucros [10].

A multiplicidade de tarefas associadas à manutenção prende-se com a diversidade de instalações e equipamentos a manter em condições adequadas de funcionamento. Ainda assim, em relação à organização, estratégia e metodologia do funcionamento, podem estabelecer-se princípios gerais para qualquer empresa.

Para se poder dizer que o processo de manutenção é realmente eficiente deve ser possível comparar os seus desempenhos reais com os desempenhos esperados. Uma boa estratégia de uma unidade de produção é aquela que permite obter os resultados esperados previstos no plano estabelecido e previsto inicialmente. Assim, a estratégia a adotar passa pelo conhecimento dos diferentes tipos de manutenção de modo a escolher a que melhor se adequa a cada equipamento específico. Uma boa estratégia contempla uma correta manutenção, nomeadamente, a hora ou local dos trabalhos e uma correta gestão do custo associado à sua manutenção [12],[18].

3.4. Equipamentos de apoio

Para uma correta manutenção dos equipamentos hospitalares, são necessários equipamentos de apoio que auxiliam o técnico a obter conclusões e perceber se o equipamento se encontra funcional para ser utilizado pelo pessoal hospitalar.

A STB possui os seus próprios equipamentos de teste certificados e sujeitos a uma calibração anual por uma entidade externa certificada.

Os equipamentos de apoio são classificados e identificados em duas categorias:

- Categoria 1: Ferramentas sujeitas à verificação e/ou calibração. Estas ferramentas são utilizadas para comprovar que os equipamentos biomédicos cumprem as especificações do fabricante. O técnico de manutenção é o responsável pela não utilização das ferramentas que se encontrem fora de calibração. Estas ferramentas são verificadas e/ou calibradas seguindo as normas internacionais. Se não existirem normas para essa ferramenta, passarão a pertencer à categoria 2;

- Categoria 2: Ferramentas não sujeitas a verificação e/ou calibração. Não são incluídas no calendário de verificações e/ou calibrações. Estas ferramentas deverão ser identificadas com uma etiqueta que indique “NÃO USAR PARA MEDIDAS DE REFERÊNCIA”.

Todos os equipamentos de teste da STB estão referenciados numa base de dados que regista a marca, modelo, número de série, de inventário e a última data de calibração.

3.4.1. Equipamento de teste de Segurança Elétrica

O equipamento DNI Nevada MedTester 6000, representado na Figura 3.3, efetua medições de corrente de fuga², resistência de terra, corrente auxiliar através do paciente³ e ainda simula a geração de sinais EGC [19].

Pela norma IEC 62353:2007 o valor máximo admitido para a resistência de terra nos equipamentos hospitalares é de 100 Ω . O valor máximo admitido da corrente de fuga para a terra nos equipamentos hospitalares, salvo indicação contrária do fabricante, é de 20 μA .



Figura 3.3 – Equipamento de teste DNI Nevada medTester 6000.

² A corrente de fuga é entendida como um determinado fluxo de corrente indesejada ou anormal no respetivo circuito elétrico do equipamento devido a uma fuga que é provocada por um caminho anormal de baixa impedância.

³ A corrente auxiliar através do paciente circula no paciente em utilização normal, e não se destina a produzir um efeito fisiológico.

3.4.2. Equipamento de teste de desfibriladores

O equipamento de teste utilizado para efetuar os testes relativos aos desfibriladores (Figura 3.4) foi o Metron QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer. Este equipamento permite realizar a manutenção necessária a um desfibrilhador, incluindo o teste de descarga sincronizada que necessita da medição de ECG através das pás.



Figura 3.4 – Equipamento de teste Metron QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer.

3.4.3. Equipamento de teste de eletrobisturis

O equipamento de testes de eletrobisturis DNI Nevada 402 A (Figura 3.5), permite realizar testes de medição de potência para os diferentes modos do eletrobisturi, teste de *Contact Quality Monitor (CQM)* e testes de fuga de corrente de alta frequência.



Figura 3.5 – Equipamento de teste DNI Nevada 402 A.

3.4.4. Simulador de SPO2

O simulador de Saturação Periférica de Oxigénio (SPO₂) DNI Nevada CardioSat 100, representado na Figura 3.6, gera sinais elétricos similares aos obtidos de um paciente, em diversas condições de saturação de oxigénio (faixa entre 40% e 100%). Este equipamento é utilizado para manutenção dos monitores de sinais vitais e em oxímetros.



Figura 3.6 – Equipamento de teste DNI Nevada CardioSat 100.

3.4.5. Analisador de ventiladores

Os equipamentos de teste Fluke VT MOBILE e Soderel Medical Mobi+, conforme ilustrados na Figura 3.7, foram utilizados para as análises e testes relativos aos ventiladores médicos. Estes analisadores são colocados entre a peça Y (união das traqueias) e o pulmão de teste, devolvem a frequência respiratória máxima e a pressão máxima, entre outros parâmetros ajustados no ventilador, o que permite saber se os valores dos parâmetros ajustados são iguais aos valores do circuito do paciente.



Figura 3.7 – Equipamentos de teste Fluke VT MOBILE e Soderel Medical Mobi+

3.4.6. Multímetro digital

O multímetro é um aparelho destinado a medir e avaliar grandezas elétricas. O equipamento utilizado foi o multímetro digital Fluke 17B (Figura 3.8).



Figura 3.8 – Equipamento de teste Fluke 17B

3.5. Regras de Segurança e Higiene no Trabalho

O reconhecimento da existência dos perigos em ambiente hospitalar exige a tomada de medidas preventivas numa tentativa de minimizar os riscos profissionais.

O adequado desempenho dos técnicos de manutenção complementado com a formação específica da área de higiene hospitalar e da segurança no trabalho, traduz-se em melhoria na segurança para os profissionais, pacientes e restante população.

Obrigações gerais do trabalhador [9]:

- Cumprir as prescrições de segurança, higiene e saúde no trabalho;
- Zelar pela segurança e saúde de si e de terceiros que possam ser afetados pelas suas ações ou omissões no trabalho;
- Cooperar para a melhoria do sistema de segurança, higiene e saúde no trabalho.

Condições de segurança:

- Verificar sempre os cabos de alimentação dos equipamentos a utilizar;
- Sempre que se abandonar o local de trabalho, mesmo por poucos segundos, desligar a alimentação dos equipamentos que estiver a utilizar.

Procedimentos de segurança:

- Regra de ouro: manter a coluna vertebral sempre em linha reta;
- Na limpeza de grelhas de insuflação e extração de equipamentos médicos deve-se usar máscaras e luvas de proteção;
- A higiene pessoal é essencial à conservação da boa saúde e bem-estar;
- Depois de executar uma tarefa, principalmente com riscos químicos e biológicos, lavar sempre as mãos.

Resumo geral:

- Adquirir o hábito e a consciência de trabalhar com a “máxima segurança” em qualquer local;
- Obedecer às regras de segurança;
- Adquirir o hábito de ficar atento para qualquer anormalidade que se encontre no local de trabalho;
- Obedecer à sinalização que se encontre;

- Em caso de dúvida em como executar o trabalho em segurança procurar um superior.

Recomendações gerais:

- Reconhecimento e consciência dos atos e condições inseguras que aparecem diariamente é um elemento importante na prevenção dos acidentes. Todos são responsáveis pela prevenção de acidentes, logo, deve-se contribuir para as condições de segurança;
- Colaborar com todos para que executem as suas tarefas com segurança e retornem aos seus lares, no final do dia em plena saúde.

4. EQUIPAMENTOS DE ELETROMEDICINA

Este capítulo apresenta os diversos tipos de equipamentos de eletromedicina em termos de classificação de risco e uma análise dos efeitos produzidos pela corrente elétrica no corpo humano. Devido à sua elevada importância na área da eletromedicina, é dada especial atenção ao eletrobisturi e ao desfibrilhador, sendo apresentados resultados do trabalho de pesquisa efetuado, onde se refere o seu funcionamento, as suas características, situações clínicas em que são utilizados e os efeitos que podem ter num paciente. Complementarmente, são descritos detalhadamente os processos associados aos equipamentos de esterilização.

4.1. Tipos de equipamentos e sua classificação

Os dispositivos médicos estão divididos em quatro classes de risco tendo em conta o seu potencial na ação hospitalar [20]:

- Dispositivos médicos de classe I - baixo risco;
- Dispositivos médicos de classe IIa - médio risco;
- Dispositivos médicos classe IIb - médio risco;
- Dispositivos médicos classe III - alto risco.

Estas classes de risco são determinadas tendo em consideração os seguintes fatores [20]:

- Duração do contacto com o corpo humano (temporário, curto prazo e longo prazo);
- Invasibilidade do corpo humano (invasivo, não invasivo);
- Anatomia afetada pela utilização (cérebro, coração, membros inferiores, etc.);
- Riscos potenciais decorrentes da conceção técnica e do fabrico.

4.2. Efeitos produzidos pela corrente elétrica no corpo humano

O choque elétrico é um estímulo rápido no corpo humano, ocasionado pela passagem da corrente elétrica. O que determina a gravidade do choque é a intensidade da corrente circulante pelo corpo e a sua frequência [21].

À frequência de 50/60 Hz, a intensidade da corrente elétrica é perceptível mesmo com níveis de 1 mA. Com correntes relativamente baixas, o ser humano já pode sofrer contrações musculares. Com a intensidade de 10 mA, observa-se que 98,5% dos homens, 60% das mulheres e 7,5% das crianças ainda se conseguem separar da fonte de corrente. Com 20 mA, apenas 7,5% dos homens e nenhuma mulher ou criança conseguem separar-se da fonte. Acima de 30 mA, o número de homens que se conseguem separar da fonte é nulo. Quando o ser humano consegue separar-se da fonte, interrompe o circuito e o choque termina, nas outras situações onde a contração muscular não permite a separação da fonte que está a originar o choque, porque na realidade o que está a acontecer é uma forte contração muscular independente da vontade da pessoa, dá-se o choque elétrico, que não é interrompido porque a pessoa não consegue soltar-se, sendo na maioria das vezes letal. Neste caso existe o perigo de fibrilhação ventricular quando os níveis de corrente se situam em torno de 45 mA. Ainda para o mesmo nível de corrente, um contacto de cinco segundos corresponde a uma probabilidade de 5% de ocorrer a fibrilhação ventricular, traduz-se no descontrolo total do batimento cardíaco e causa a morte porque não permite a circulação do sangue [21],[22],[23].

A Tabela 4.1 sintetiza, de modo genérico, os efeitos da corrente elétrica no corpo humano à frequência de 50 Hz e 60 Hz.

Tabela 4.1 – Efeitos da corrente no corpo humano [22].

50 Hz AC	60 Hz AC	Resultado
0,5-1 mA	0,5-3 mA	Começa-se a sentir a energia a circular
1-8 mA	3-10 mA	Sente-se dor, contração muscular
10-25 mA	10-40 mA	Contração muscular, o cérebro tende a querer libertar fisicamente mas o corpo não reage
25-40 mA	30-75 mA	Início da paralisação do sistema respiratório por asfixia
40-50 mA	100-200 mA	Fibrilhação cardíaca
100 mA	200-500 mA	Falhas cardíacas
> 1000 mA	> 1500 mA	Arcos nos tecidos provocam queimaduras internas e externas
2 A	2 A	Danos neurológicos

A par da intensidade da corrente, o tempo de permanência da corrente no corpo humano, ou seja, o tempo de exposição ao risco, é dado em função do limite de corrente que causa

fibrilhação ventricular⁴. O gráfico da Figura 4.1 mostra a relação entre o tempo de permanência de corrente e a correspondente intensidade de corrente que causa fibrilhação [23].

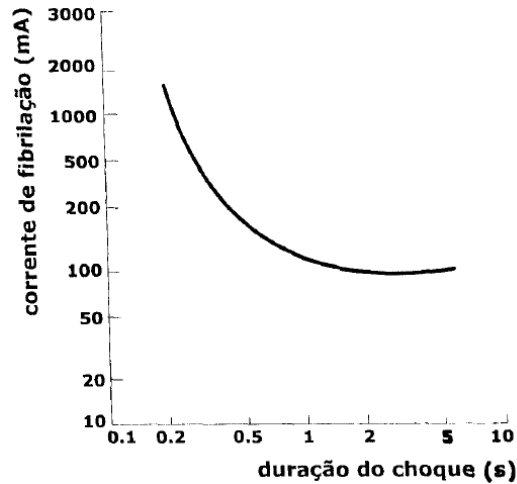


Figura 4.1 – Relação entre o tempo e corrente de fibrilhação [23].

Relativamente à frequência da corrente é possível deduzir através do gráfico da Figura 4.2, que a faixa de frequências para a qual o corpo humano é mais sensível, é entre 20 e 100 Hz. Para frequências muito mais elevadas, a corrente elétrica não estimulará nervos ou músculos e o efeito é apenas a produção de calor local. Por outro lado, em correntes de Alta Frequência (AF) – 3 MHz a 30 MHz, os efeitos reativos de capacitância e indutância do circuito elétrico tornam-se muito pronunciados, sendo difícil manter a corrente limitada aos cabos condutores. Por esse motivo, os equipamentos hospitalares utilizam frequências na faixa entre 250 kHz e 1 MHz (radiofrequências – RF) [23].

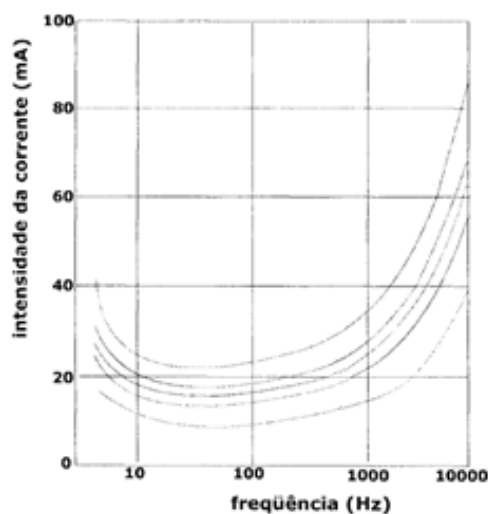


Figura 4.2 – Relação entre a frequência e a intensidade de corrente no corpo humano [23].

⁴ A fibrilhação ventricular é uma série descoordenada e potencialmente mortal de contrações ventriculares ineficazes e muito rápidas, provocadas por múltiplos impulsos elétricos caóticos.

4.3. Eletrobisturi

O eletrobisturi, ou bisturi elétrico, (Figura 4.3) é usado majoritariamente nas salas de operações, para auxiliar o cirurgião no corte de tecidos, ou seja, fazer uma incisão no tecido (cauterização) limitando o sangramento (coagulação) de forma rápida e segura. É considerada uma tecnologia excelente mas, por vezes, surgem queimaduras não intencionais para os pacientes e utilizadores do mesmo, e por isso é classificado como um dispositivo médico de classe III [22],[24],[25].



Figura 4.3 – Eletrobisturi

Eletricamente, o eletrobisturi é um aparelho que permite a passagem de corrente alternada de AF e alta potência, com o objetivo de produzir aquecimento local instantâneo e controlado em tecidos vivos do corpo humano. Assim, com a variação da corrente elétrica é possível utilizar diferentes modos de funcionamento: corte, coagulação e corte com coagulação. Os efeitos da passagem da corrente elétrica variam consoante o tecido (impedância, humidade, condutividade térmica) e com a corrente elétrica utilizada (intensidade, frequência, forma de onda). O calor que destrói os tecidos é produzido por um dispositivo que converte energia elétrica em calor no tecido, provocando alterações a partir dos 45°C [22],[23],[26].

O diagrama da Figura 4.4 apresenta por forma de blocos a constituição base de um eletrobisturi:

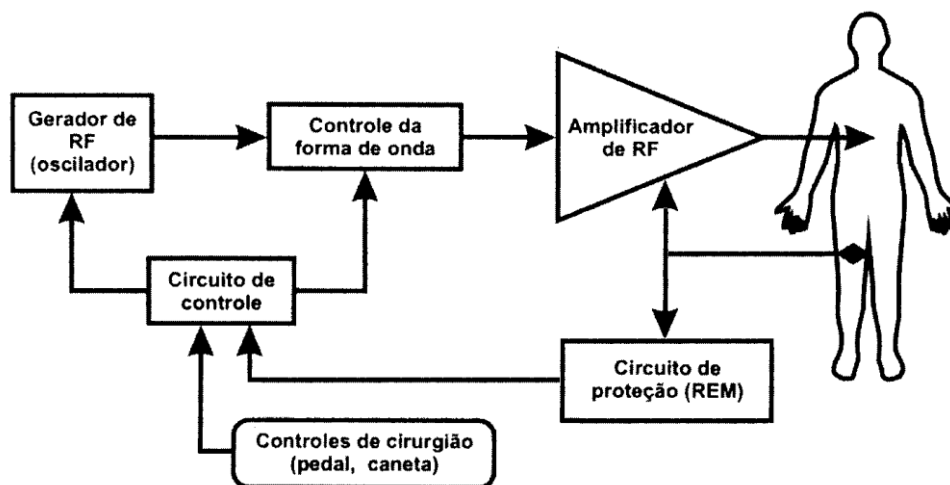


Figura 4.4 – Diagrama de blocos do eletrobisturi [23].

As grandes vantagens de um bisturi em AF são [21]:

- Maior exatidão da incisão cirúrgica;
- Promoção da coagulação do sangue (hemóstase) resultando na redução de perda de sangue;
- Possibilidade de efeito simultâneo de corte e coagulação;
- Acesso facilitado a determinados locais cirúrgicos (em laparoscopia⁵);
- Destruição de células no local da cirurgia (através do calor), contribuindo para minimizar o risco de disseminação de células anormais;
- Redução do tempo cirúrgico (período sob efeito de anestesia).

4.3.1. Reação do corpo humano ao choque de Altas Frequências e Efeitos Térmicos

No eletrobisturi, a frequência de 50 Hz é transformada em AF o que faz com que o corpo humano deixe de ter reações neuromusculares.

⁵ Laparoscopia: intervenção cirúrgica minimamente invasiva, muito utilizada em cirurgias ginecológicas e urológicas

Assim, o efeito térmico⁶ produz-se segundo a lei de Joule e define a transformação da energia eléctrica em energia térmica pela seguinte fórmula:

$$Q = R \times I^2 \times t \quad (4.1)$$

- Q exprime a quantidade de calor produzido (Joules);
- R significa a resistência dos tecidos atravessados (em Ohm);
- I valor da corrente eléctrica (em Amperes);
- t duração da ação (em segundos).

Quando o eletrobisturi está em atividade, o paciente é atravessado por uma corrente de AF que lhe é aplicada através de um eléctrodo de pequena superfície de contacto (agulha, bolha, pinça) e um eléctrodo de grande superfície de contacto (placa), como é possível verificar na Figura 4.5 [22].

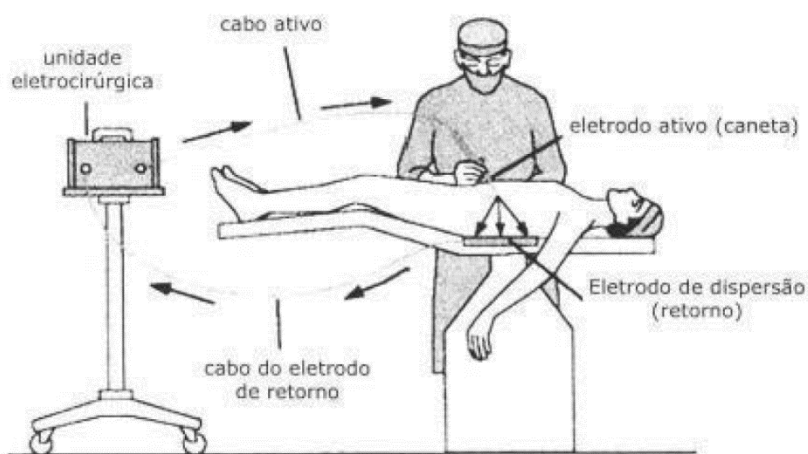


Figura 4.5 – Utilização de um eletrobisturi ou unidade eletrocirúrgica como passagem da corrente eléctrica pelo corpo humano [22].

A densidade de corrente (mA/mm^2) é muito elevada ao nível do ponto de contacto do eléctrodo de pequena superfície e é aí que se produzirá a máxima elevação da temperatura.

Ao nível do contacto com a placa, a densidade de corrente é pequena, e o efeito térmico neutro. É possível verificar que a elevação da temperatura é proporcional ao quadrado da densidade de corrente, e quanto mais pequena for a superfície de contacto, maior será a densidade de corrente e maior será o efeito térmico [22].

⁶ Efeito Térmico: ao passar pelo corpo humano, a corrente eléctrica produz calor, queimando o tecido proporcionalmente à resistência específica do tecido, à densidade da corrente e ao tempo de exposição à corrente eléctrica.

O efeito térmico varia com resistência do ponto de contacto, que difere dependendo da zona onde se está a operar. A resistência total compreendida entre o eléctrodo ativo e a placa intervém igualmente, mas numa menor dimensão [22].

A utilização do efeito térmico das correntes de AF permitiu alargar o campo da cirurgia com a utilização do eletrobisturi, permitindo uma variedade enorme de cortes e coagulações. Este princípio consiste na passagem de corrente de AF pelo corpo humano, produzindo sobreaquecimento pontual queimando o tecido proporcionalmente à resistência do tecido, à densidade da corrente e ao tempo de exposição da corrente elétrica:

- Quando se aquece um tecido entre 40°C e 45°C por várias horas, ocorre a morte celular por aceleração do metabolismo⁷ e consequente acidose metabólica⁸ [21];
- Quando a temperatura atinge os 50°C por sensivelmente 10 minutos, causa a morte celular por desnaturação proteica⁹ [21];
- Quando se varia a temperatura entre 70°C e 100°C (Figura 4.6), verifica-se a coagulação das proteínas celulares, um início de hemóstase¹⁰ e os líquidos intracelulares evaporam através de membranas celulares. Essa evaporação consome energia, reduzindo os níveis térmicos no interior do tecido, e a morte celular ocorre por dissecação da célula promovendo a hemóstase [21],[22];

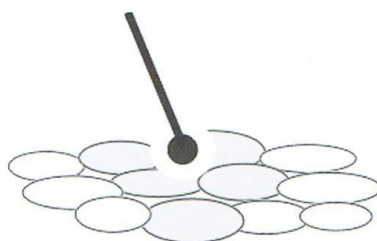


Figura 4.6 – Efeito nos tecidos com temperaturas entre 70°C e 100°C [22].

- Quando se faz o aumento da temperatura para 100°C ou mais (Figura 4.7), o líquido das células, situado à volta do eléctrodo, vaporiza-se instantaneamente. O vapor sob pressão provoca rutura das membranas celulares e o rebentamento das células com uma atmosfera de vapor à volta do eléctrodo ativo [21],[22];

⁷ Metabolismo é o conjunto de transformações e reações químicas através das quais se realizam os processos de síntese e degradação (ou decomposição) das células.

⁸ Acidose metabólica é uma acidez excessiva do sangue caracterizada por uma concentração normalmente baixa de bicarbonato no sangue.

⁹ A desnaturação proteica dá-se por calor, por extremos de potencial de hidrogénio, por alguns solventes orgânicos miscíveis com a água (álcool e acetona, por exemplo), ou por detergentes.

¹⁰ Hemóstase é o conjunto de mecanismos que o organismo emprega para coibir uma hemorragia.

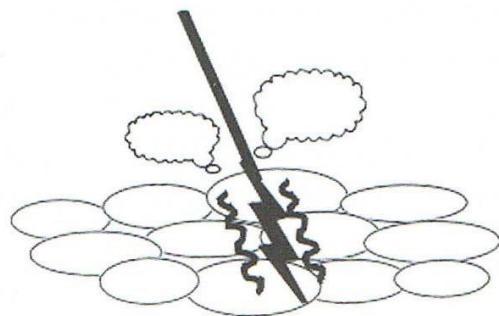


Figura 4.7 – Efeito nos tecidos com temperaturas superiores 100°C [22].

- Quando se utilizam temperaturas muito elevadas ultrapassando várias centenas de graus (Figura 4.8), os tecidos são carbonizados à superfície produzindo arcos elétricos entre o eletrodo e os tecidos [22].

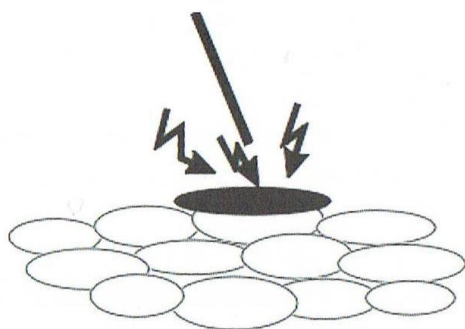


Figura 4.8 – Efeito nos tecidos com temperaturas muito elevadas [22].

A Tabela 4.2 apresenta, para as temperaturas referidas anteriormente, o mecanismo responsável e o tempo necessário pelo dano celular quando um eletrodo é colocado na pele [21],[22].

Tabela 4.2 – Resumo dos efeitos da corrente sobre a pele em função da temperatura do tecido [21].

Temperatura	Mecanismo	Tempo
40°C – 45°C	Aceleração do metabolismo	> 2 horas
50°C	Desnaturação protéica	10 minutos
70°C	Coagulação / Dessecação	< 1 segundo
100°C	Vaporização	milisegundos
200°C	Carbonização	

4.3.2. Funcionamento do eletrobisturi

O uso deste equipamento é muito específico e reservado apenas ao corpo médico, com muitos profissionais a temerem a sua utilização e outros a usarem-no de forma inadequada.

O eletrobisturi pode ser utilizado segundo duas técnicas diferentes de electrocirurgia de AF, que se distinguem pelo percurso seguido pela corrente eléctrica: técnica monopolar e técnica bipolar, tal como representadas na Figura 4.9 [21],[22]:

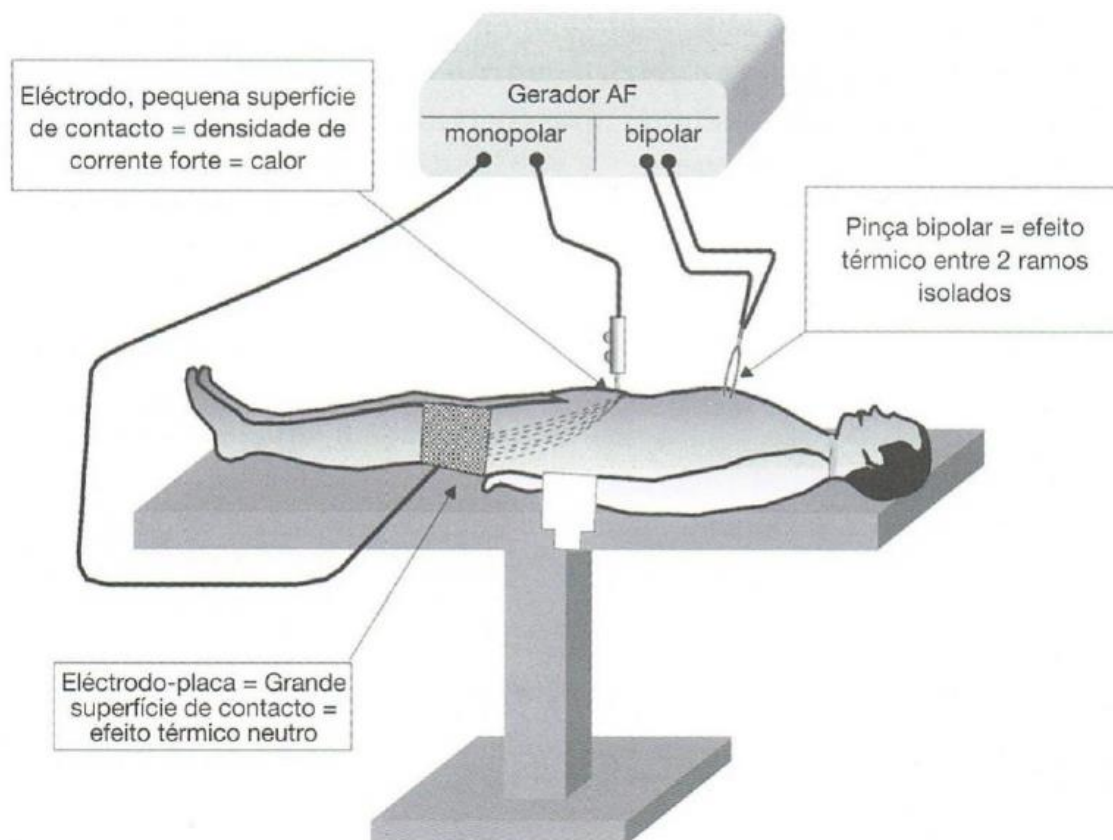


Figura 4.9 – Técnicas de uso monopolar e bipolar do eletrobisturi [22].

Em ambas as técnicas, o paciente forma um elemento condutor num circuito eléctrico, ou seja, quando o eletrobisturi é ativado, a corrente em AF atinge o paciente pelo cabo e manípulo equipado com um eléctrodo metálico que é aplicado sobre os tecidos a operar [22].

A placa de aplicação no paciente é um elemento chave na técnica monopolar pois tem como principal função fechar o circuito e acionar um sistema sonoro em caso de falha.

4.3.2.1. Técnica Monopolar

Na técnica monopolar, as correntes de AF são aplicadas no paciente por meio de dois eléctrodos ligados ao eletrobisturi. Assim, a corrente circula entre um eléctrodo de fraca superfície de contacto (agulhas, ansa, bola ou pinça) – eléctrodo ativo, e um eléctrodo de grande superfície

(placa) – eletrodo neutro, colocado numa perna ou num braço, conforme a zona de cirurgia de modo a evitar aquecimento e queimaduras no paciente na região de retorno da corrente (Figura 4.9).

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 [21],[22],[23].

As funções de corte e coagulação têm diversos comportamentos consoante o tipo de corrente produzida e efeitos causados pretendidos. No eletrobisturi, a sinalética presente no equipamento pode ser classificada da seguinte forma:

- **Corte Puro:** Como o nome indica, é um corte puro ou sangrante, sem hemóstase, que consiste no aquecimento das células de forma rápida de modo a explodirem devido ao calor, deixando uma cavidade (Figura 4.10).

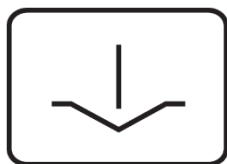


Figura 4.10 – Sinalética do botão do modo de Corte Puro.

- **Corte *Blend*:** Trata-se de um corte idêntico ao anterior, mas com a particularidade de ser um corte do tecido somado a um efeito hemostático moderado, ou seja é um corte com coagulação (Figura 4.11).



Figura 4.11 – Sinalética do botão do modo de Corte *Blend*.

- **Coagulação por *Dissecação*:** Produz um efeito térmico que permite a solidificação em profundidade dos tecidos com níveis baixos de potência, ou seja, à medida que o tecido vai aquecendo, a água vai sendo lentamente eliminada (Figura 4.12).

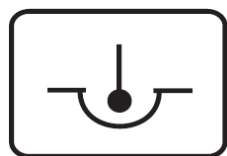


Figura 4.12 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por Dissecação.

- Coagulação por *Fulguração*¹¹: Recomendada para coagular sangramentos. Consiste numa coagulação de superfície por modo de faísca, onde são disparados arcos elétricos entre o eletrodo e os tecidos, sem que estes estejam em contacto (Figura 4.13).

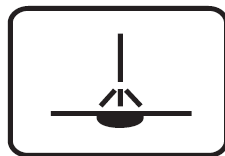


Figura 4.13 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por Fulguração.

- Coagulação por *Spray*: Semelhante à Fulguração, utiliza uma tensão mais elevada e produz uma ação coagulante reduzida em profundidade e dispersa em superfície (Figura 4.14).



Figura 4.14 – Sinalética do botão do modo de Coagulação por *Spray*.

Conforme ilustra a Figura 4.15, em a) está presente o corte puro, onde a frequência do sinal operado no eletrobisturi é constante. Em b), está a ser usado o corte em simultâneo com alguma coagulação (*Blend*), onde é possível notar que a forma de onda é separada por intervalos que aumentam conforme aumenta a coagulação. Durante os períodos em que o gerador está em atuação, a tensão elétrica pode alcançar valores mais elevados que no modo corte puro, mas com intervalos de pausa menores que no modo coagulação. Em c), só existe coagulação (*Fulguração*), sendo a potência de coagulação regulada pela amplitude e separada por intervalos produzindo um aumento gradual de temperatura, uma vez que o gerador não entrega energia durante a maior parte do tempo [21],[22],[23].

¹¹ Fulguração: disparo de uma faísca elétrica sobre uma lesão com o objetivo de a eliminar.

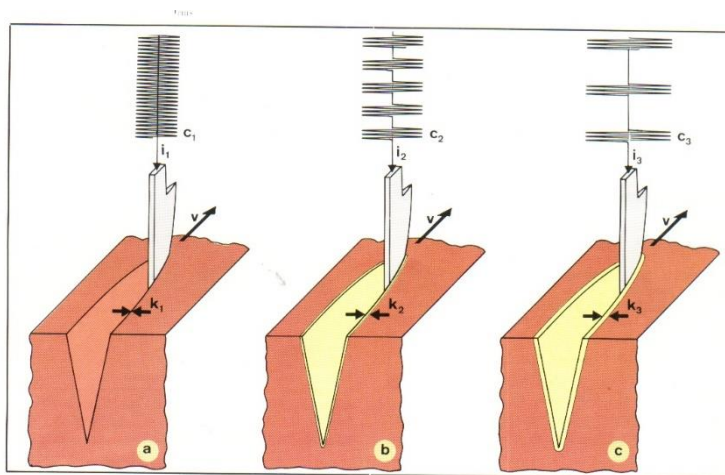


Figura 4.15 – Formas de ondas da corrente elétrica no corte e coagulação [22].

4.3.2.2. Técnica Bipolar

Na técnica bipolar, a corrente de AF é aplicada no paciente por meio de pinças ou tesoura isolada, circulando entre os dois elétrodos (Figura 4.16). Esta cirurgia é utilizada para pequenos volumes de tecidos sem a utilização da placa, uma vez que a corrente circula entre os braços da pinça (Figura 4.9). Na secção bipolar existe um circuito de atraso que só é acionado quando as pontas da pinça fecham o circuito para evitar acidentes [21],[22],[23].

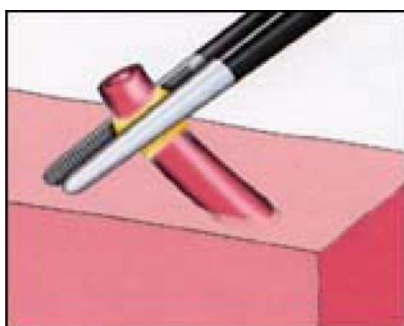


Figura 4.16 – Técnica bipolar [21].

4.4. Desfibrilhador

O desfibrilhador (Figura 4.17) é um equipamento eletrónico cuja função principal é reverter um quadro de fibrilhação articular¹² ou ventricular¹³, ou seja, restabelecer ou reorganizar o ritmo cardíaco, e por esse motivo é classificado com dispositivo médico de classe III. Esta reversão dá-se mediante a aplicação de descargas elétricas ao coração do

¹² Fibrilhação auricular é uma perturbação do ritmo e da frequência de batimento do coração, em que as aurículas contraem de forma irregular e descoordenada.

¹³ Fibrilhação ventricular é uma arritmia cardíaca, caracterizada por uma série de contrações ventriculares rápidas e fracas, produzidas por múltiplos impulsos elétricos, originários de vários pontos do ventrículo.

paciente, que está dessincronizado de modo a permitir uma contração coordenada. Normalmente, o coração é capaz de bater sincronizadamente após a desfibrilhação elétrica¹⁴ [24],[27],[28].



Figura 4.17 – Desfibrilhador

Existem vários tipos de desfibrilhadores:

- Internos: são implantados cirurgicamente no peito ou no abdómen.
- Externos: as pás estão em contacto com a superfície do tórax do paciente. Podem ser manuais, semiautomáticos e automáticos (Desfibrilhador Automático Externo - DAE).

Nos desfibrilhadores implantáveis internos (CDI), os choques são aplicados na superfície do coração para ajudar o controlo de arritmias¹⁵, de modo a evitar ataques cardíacos fatais.

A utilização do desfibrilhador externo é feita através de duas placas (ou pás), que devem ser posicionadas sobre o tórax do paciente, de forma que a descarga atinja o coração (Figura 4.18). Na superfície dessas placas é necessário ser aplicado um gel, com o objetivo de melhor conduzir a corrente elétrica e evitar qualquer tipo de queimadura [29],[30].

¹⁴ Desfibrilhação elétrica é a aplicação de descargas elétricas num paciente através de um desfibrilhador de modo a reestabelecer e organizar o ritmo cardíaco.

¹⁵ Arritmia é uma alteração do batimento ou ritmo cardíaco e, por o coração não conseguir bombear sangue suficiente para o corpo, pode resultar em desmaio ou morte da pessoa.

Os pulsos de tensão aplicados têm amplitudes entre 2 a 7 kV, sendo a sua duração típica compreendida entre 3 a 10 ms. A energia é selecionada pelo operador e varia de 50 a 360 J de acordo com tamanho, peso e idade do indivíduo.

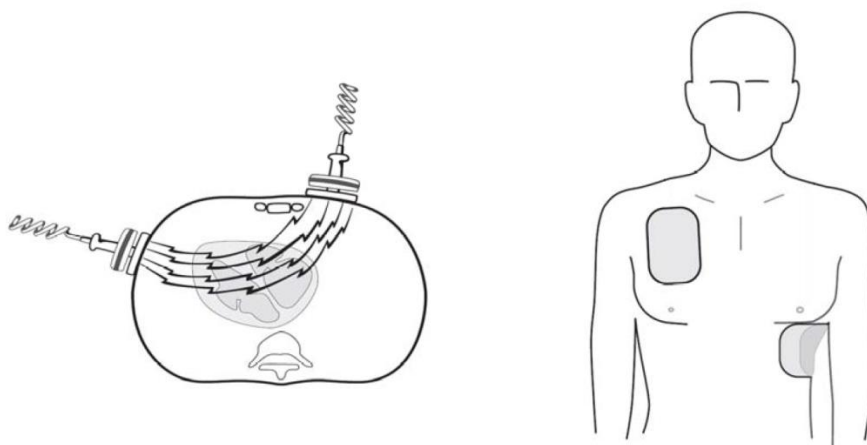


Figura 4.18 – Posicionamento das placas para a transmissão de energia e efetiva desfibrilhação [30].

O diagrama da Figura 4.19 demonstra, por forma de blocos, a constituição base de um desfibrilhador:

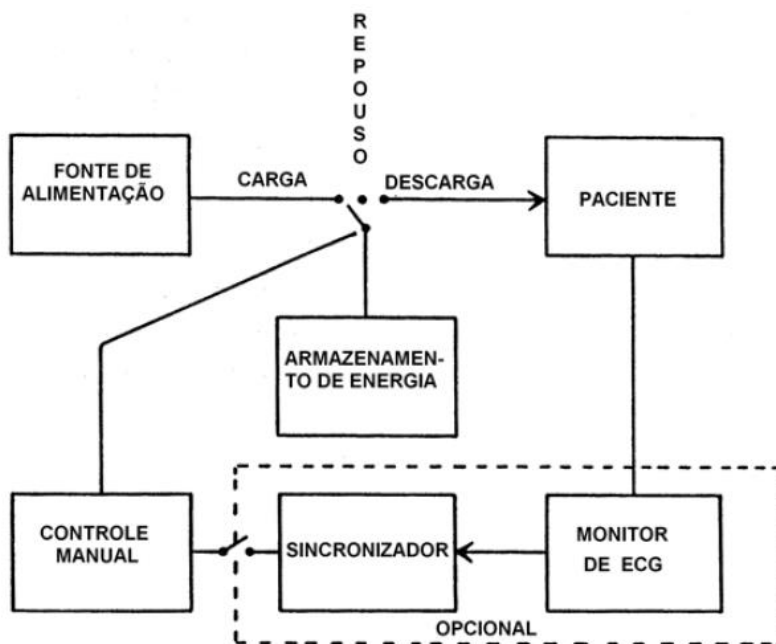


Figura 4.19 – Diagrama de blocos do desfibrilhador [23].

4.4.1. Reação do corpo humano ao choque elétrico de baixas frequências

Os efeitos do choque elétrico em baixas frequências (50/60 Hz), para baixos valores de intensidade da corrente elétrica, poderão ser simples contrações musculares que, muito embora não acarretem lesões fatais, poderão originar, de uma forma indireta acidentes.

A fibrilhação ventricular do coração ocorrerá se houver intensidade de corrente da ordem de 15 mA a circular por períodos de tempo superiores a um quarto de segundo, ou por origens diferentes das de um choque elétrico, ou seja, há doenças que provocam o mesmo efeito denominado por paragem cardíaca.

O coração raramente recupera por si só da fibrilhação ventricular, no entanto, se for aplicado um desfibrilhador, a fibrilhação pode ser interrompida e o ritmo normal do coração restabelecido.

A morte por asfixia ocorre, se a intensidade da corrente elétrica for de valor elevado, normalmente acima de 30 mA, e circular por um período de tempo relativamente pequeno, normalmente por alguns minutos. Esta asfixia é causada pela impossibilidade de movimentação muscular dos pulmões [21],[22],[31].

O Efeito Farádico consiste num estímulo e contração de células nervosas e musculares pela corrente alternada (AC) de baixa frequência (<100 kHz) e, à medida que a frequência da corrente elétrica aumenta, diminui a sensibilidade do tecido nervoso, produzindo uma sensação de dor e/ou contração muscular (Figura 4.20).

Efeitos semelhantes são utilizados frequentemente em fisioterapia para estímulo de músculos com pouca atividade [21].

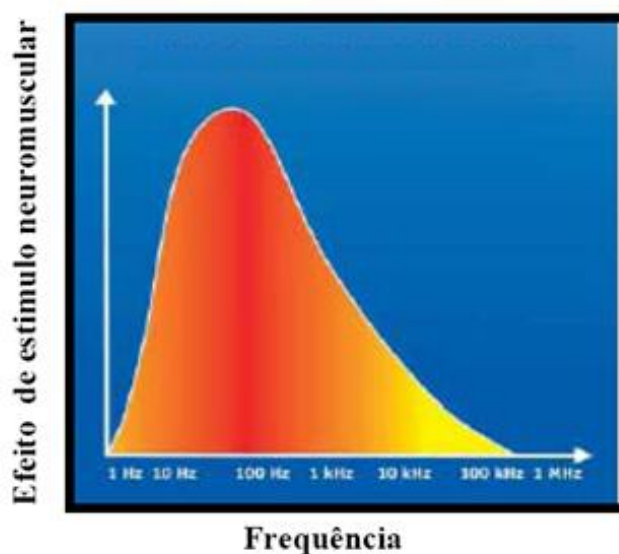


Figura 4.20 – Efeito Farádico em função da frequência [21].

Se uma corrente alternada com frequência mais elevada é aplicada, os íons celulares mudam de posição em menor grau, devido à rapidez da despolarização, e não ocorrerá excitação/estimulação muscular.

Como os geradores eletrocirúrgicos modernos operam com frequências acima de 300 kHz, habitualmente não se observa o efeito farádico [21],[22],[31].

As correntes alternadas de frequência entre 20 e 100 Hz são as que oferecem maior risco. Especificamente as de 50/60 Hz, usadas nos sistemas de fornecimento de energia elétrica, são especialmente perigosas, uma vez que elas se situam próximas da frequência na qual existe possibilidade de ocorrência da fibrilhação ventricular [21],[22],[31].

Com corrente contínua, as intensidades da corrente deverão ser mais elevadas para ocasionar as sensações do choque elétrico, a fibrilhação ventricular e a morte. No caso da fibrilhação ventricular só ocorrerá se a corrente contínua for aplicada durante um instante curto e específico do ciclo cardíaco (onda T do ECG).

4.4.2. Funcionamento do desfibrilhador

Em desfibrilhadores externos a fonte geradora de energia é uma bateria. Embora a bateria possa conter uma grande quantidade de energia, essa energia não está na forma apropriada para gerar uma forma de onda de desfibrilhação que possa ser aplicada rapidamente ao paciente. Para esse efeito o circuito de carga do desfibrilhador retira a energia da bateria e armazena-a num condensador (μF) [24],[27],[28].

Um condensador de desfibrilhador armazena energia na forma de elétrons a uma determinada tensão. Quanto maior a capacidade, mais energia pode ser armazenada para a tensão desejada. Quando o condensador está carregado a uma tensão desejada, ele está pronto para aplicar uma forma de onda de desfibrilhação [24],[27],[28].

Existem dois tipos de desfibrilhadores disponíveis com as seguintes características [28],[32]:

- **Monofásico:** Neste tipo de desfibrilhador a corrente flui numa única direção com o objetivo de estimular toda a massa cardíaca de modo a permitir que o músculo reinicie um batimento normal. A forma de onda monofásica tem uma forma sinusoidal amortecida havendo uma pequena inversão da polaridade no final do ciclo (Figura 4.21). A energia máxima aplicada por estes desfibrilhadores é de 360J.

- **Bifásico:** Os desfibriladores deste tipo entraram no mercado mais recentemente e são considerados mais eficazes por serem equipamentos de menor dimensão, com baterias menores e provocarem menores lesões no músculo cardíaco, uma vez que é conseguido o mesmo efeito com menos energia (por exemplo uma descarga de 120J apresenta um efeito idêntico a uma descarga de 200J num desfibrilhador monofásico). Na forma de onda bifásica, a corrente flui num sentido e logo de seguida no sentido inverso (Figura 4.21). Esse fluxo bifásico bidirecional de corrente no desfibrilhador é seguido pela corrente no paciente, que circula de placa a placa num sentido e revertendo o fluxo no sentido inverso.

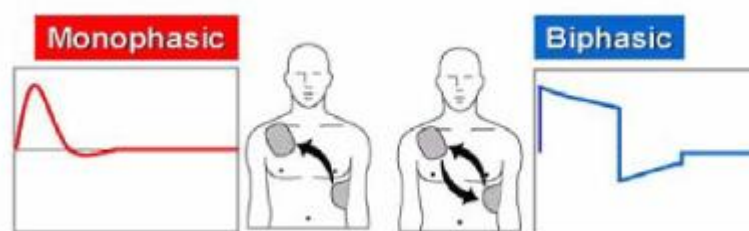


Figura 4.21 – Formas de onda monofásica (lado esquerdo) e bifásica (lado direito) [33].

Tecnicamente a operação de utilização de um desfibrilhador é rápida e fácil, por meio de teclas acionáveis no painel do equipamento. Assim os passos de utilização são os seguintes [34]:

1. O utilizador seleciona a energia desejada;
2. Pressiona o botão de carga e aguarda que este indique que está pronto a usar;
3. Aplica a função de choque para descarregar a energia no paciente.

Estes comandos podem ser realizados nas pás ou totalmente no equipamento. Na utilização das pás deve ser sempre confirmado se estas estão firmemente posicionadas e se o gel foi bem aplicado. Caso este passo não seja seguido, podem ocorrer queimaduras graves na pele ou descarga de energia insuficiente no coração. As pás autoadesivas descartáveis apresentam uma validade curta, mas podem prevenir acidentes, transmissão de doenças e queimaduras.

Quando é utilizado o modo de sincronismo apenas é necessário selecionar o valor da energia e pressionar o botão de carga. Após essas operações o desfibrilhador aplica o choque no instante mais correto de acordo com o sinal de ECG [34].

O gráfico da Figura 4.22 mostra como um desfibrilhador pode salvar uma vida humana quando atuado na altura certa:



Figura 4.22 – Instante de atuação de um desfibrilhador.

Num primeiro instante o paciente tinha um batimento cardíaco inconstante e após a ação do desfibrilhador o batimento volta ao normal.

4.5. Equipamentos de Esterilização

Os dispositivos médicos usados nos cuidados de saúde podem ser uma fonte de risco de infecção. Dependendo da sua natureza, têm de ser descontaminados (limpos, desinfetados e/ou esterilizados) [35].

Uma condição fundamental para a realização da esterilização é a utilização de meios esterilizados, isto é, ambientes isentos de todos os micro-organismos vivos (Figura 4.23).



Figura 4.23 – Sala de esterilização.

Assim, a esterilização é o processo que promove a completa eliminação ou destruição de todas as formas de micro-organismos presentes num determinado material. Para um aceitável nível de segurança é necessário evitar a contaminação em procedimentos cirúrgicos, curativos,

ou na realização de qualquer outro procedimento que permita a transmissão de doenças para os pacientes. Os mais comuns são vírus, bactérias, fungos, protozoários e esporos. Apenas se pode aceitar que um material ou artigo esteja estéril quando a possibilidade de sobrevivência dos micro-organismos contaminantes for menor do que 1:1.000.000 [36],[37].

Apesar da importância destes equipamentos, são considerados como dispositivos médicos de classe I.

4.5.1. Processo de esterilização

Todo o processo de esterilização, desde a recolha do material até ao armazenamento, passa por vários passos tendo em conta todos os cuidados associados. Assim, de uma forma genérica pode-se enumerar os seguintes passos para a sua realização [35]:

1. Material contaminado;
2. Pré-lavagem;
3. Lavagem;
4. Secagem;
5. Embalagem;
6. Esterilização;
7. Armazenamento.

O material contaminado é o conjunto de todos os instrumentos dispostos no campo de trabalho, utilizados no paciente ou não. Estes instrumentos são contaminados pela deposição dos aerossóis constituídos de sangue, saliva, tecidos e fluidos orgânicos.

A pré-lavagem consiste na remoção de matéria orgânica aderida aos instrumentos. Esta limpeza pode ser realizada de forma manual através de escovas e sabão, de forma mecânica através de máquinas específicas, ou de forma ultrassónica através de cubas de ultrassons.

A lavagem é feita com água corrente com o objetivo de remover os detritos desincrustados das superfícies.

Para a secagem utilizam-se toalhas, papel ou secador de ar quente. A secagem natural não é recomendada pois os sais minerais da água ficam aderidos podendo causar danos durante a esterilização.

A embalagem tem a função de separar os instrumentos e evitar correntes galvânicas¹⁶. Os materiais mais utilizados para a embalagem são: papel Kraft, papel manteiga, caixas metálicas, tecido e grau cirúrgico.

A esterilização propriamente dita, pode ser realizada por meio de processos físicos, físico-químicos e químicos.

Os processos físicos são:

- Calor Seco – Estufa: funciona em ciclos de 2 horas à temperatura de 160°C, é um processo barato e não corrói ou enferruja os instrumentos;
- Calor húmido – Autoclave (vapor sob pressão): necessita de 5 a 30 minutos à temperatura de 134°C e é o método mais antigo e eficiente;
- Radiações – Gama ou UV: funcionam através de radiações eletromagnéticas.

Os processos físico-químicos utilizam em média ciclos de 8 horas e são os seguintes:

- Óxido de etileno (gás);
- Plasma de micro-ondas.

Os processos químicos apenas devem ser utilizados quando os processos físicos não são possíveis. Estes processos podem danificar os instrumentos, deixam cheiro forte em áreas de pouca ventilação causando irritações nos olhos e são os seguintes:

- Glutaraldeído a 2%;
- Formaldeído alcoólico a 8%;
- Formaldeído aquoso a 10%.

O armazenamento é o período que os instrumentos esterilizados ficam guardados antes de serem utilizados. Este período varia consoante o tipo de embalagem e o local onde é armazenado como demonstrado na Tabela 4.3:

Tabela 4.3 – Relação entre o tipo de embalagem e local com o tempo máximo de armazenamento.

Tipo de embalagem	Local de armazenamento	Tempo máximo
Caixa metálica/plástica	Prateleiras abertas	Uma semana
Grau cirúrgico	Prateleiras abertas	Uma semana
Tecido/papel	Prateleiras abertas	3 dias
(sem embalagem)	Armários fechados com sistema de ultravioleta	2 meses

¹⁶ Corrente galvânica é uma corrente contínua de intensidade constante em valor e direção.

5. ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO

Neste capítulo são descritas algumas das atividades desenvolvidas ao longo do estágio, tendo em conta as ações de manutenção preventivas e corretivas, e os conhecimentos teóricos adquiridos. Nos processos de manutenção preventivos é descrito o plano de manutenção com os procedimentos utilizados, enquanto nos processos de manutenção corretivos, são descritos os passos para a deteção da anomalia e conseqüente resolução.

Simultaneamente, houve um trabalho de escritório como a orçamentação, o planeamento das ações de manutenção preventivas e a organização de documentos, considerados essenciais para o correto funcionamento de todos os processos associados.

5.1. Equipamentos analisados

Durante o período de estágio foi feito o acompanhamento e manutenção de diversos equipamentos com funções distintas. Assim, embora todos eles estivessem inseridos em contrato de manutenção da STB com o CHUC, e fizessem parte das atividades realizadas pelo estagiário, neste relatório é dado um maior destaque ao eletrobisturi, desfibrilhador e equipamentos de esterilização. A Tabela 5.1 apresenta a lista e quantidades de equipamentos analisados, referentes aos trabalhos realizados no âmbito do estágio, e sobre os quais foram realizados processos de manutenção preventivos e corretivos.

Tabela 5.1 – Descrição quantitativa de equipamentos médicos analisados.

Tipo de Equipamento	Quantidade
Eletrobisturis	16
Desfibrilhadores	7
Equipamentos de esterilização	2
TOTAL DE EQUIPAMENTOS ANALISADOS	276

A lista completa dos equipamentos em contrato de manutenção é apresentada no ANEXO IV – Lista completa dos equipamentos em contrato de manutenção entra a STB e o CHUC,

enquanto no ANEXO V – Tabela síntese dos principais equipamentos analisados (características e intervenções) é apresentada uma tabela síntese com as características e intervenções nos principais equipamentos analisados.

É de notar que, durante o período de estágio, foram ainda analisados outros equipamentos que não estavam inseridos no contrato de manutenção. Como referido anteriormente, nestes casos a manutenção foi apenas efetuada após a aprovação do orçamento correspondente, como por exemplo o Monitor de Sinais Vitais Datex Ohmeda S/5 Light.

5.2. Manutenção de Eletrobisturis

Relativamente aos eletrobisturis, o equipamento escolhido para exemplificar o processo de manutenção é o eletrobisturi Valleylab Force FX, apresentado na Figura 5.1. A escolha deste equipamento deveu-se ao facto de ter sido o que teve necessidade de maior número de intervenções, possibilitando uma análise mais detalhada e um melhor conhecimento do mesmo. Apesar da escolha e do processo de manutenção ser referente ao Force FX, os procedimentos a seguir são em tudo semelhantes à maioria dos eletrobisturis analisados, por serem da marca Valleylab e usarem os mesmos acessórios (ponta do bisturi, pedal e placa).



Figura 5.1 – Eletrobisturi Valleylab Force FX.

Estes equipamentos são indispensáveis para o funcionamento de um hospital e são utilizados em vários serviços, destacando o serviço de Bloco Operatório pelo facto de ser necessária a sua utilização na maioria das intervenções cirúrgicas.

Apresentam uma elevada robustez, são sujeitos a inúmeros acidentes por se encontrarem em locais sujeitos a várias situações de *stress* e, em alguns casos, a utilizações menos corretas que podem provocar danos ao equipamento na sua utilização.

5.2.1. Processo de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva dos eletrobisturis tem um intervalo máximo obrigatório de 6 meses. Como se encontram, por norma, em serviços delicados e por serem equipamentos de fácil transporte, nas atividades de estágio a manutenção foi efetuada, em muitas situações, no Gabinete Técnico de Trabalho. Os processos realizados na manutenção preventiva de eletrobisturis exigiu um padrão de procedimentos a seguir.

O primeiro passo para o início da manutenção preventiva, passa por realizar o sistema de autoteste do eletrobisturi. Este teste é executado cada vez que o equipamento é inicializado e, durante a sua execução todos os indicadores do *display* frontal se ligam simultaneamente sendo ainda emitidos sons de forma a indicar que se está a realizar o sistema de autoteste. Quando o autoteste é realizado com sucesso, os indicadores dos modos gerais de Bipolar, Corte e Coagulação (Standard, Pure e Fulgurate respetivamente) ficam “a verde”, o indicador de CQM “a vermelho” e cada *display* mostra a potência em memória. Quando o autoteste não é realizado com sucesso, o eletrobisturi fica inativo, e no *display* de corte é apresentado um número correspondente ao erro da falha de inicialização. Este número corresponde a uma falha indicada pelo fabricante com o motivo do mesmo.

De seguida, é realizada uma análise geral visual ao interior e exterior de todo o equipamento e acessórios. Esta análise passa por inspecionar o estado do *chassi* do equipamento e as suas possíveis danificações tais como conectividades de todas as placas internas e possíveis folgas nas ligações dos acessórios (Figura 5.2). Na maioria dos casos, estes equipamentos têm tendência a acumular pó e outras sujidades o que requer a limpeza geral do seu interior. Este processo previne muitas possíveis ações de manutenção corretivas por sobreaquecimento e deterioração de componentes.



Figura 5.2 – Vista interior do Valleylab Force FX.

Relativamente às funções de interface com o utilizador, é também importante analisar todos os botões do painel de controlo, interruptores, funções de pedal (Figura 5.3) e alarmes sonoros e luminosos.

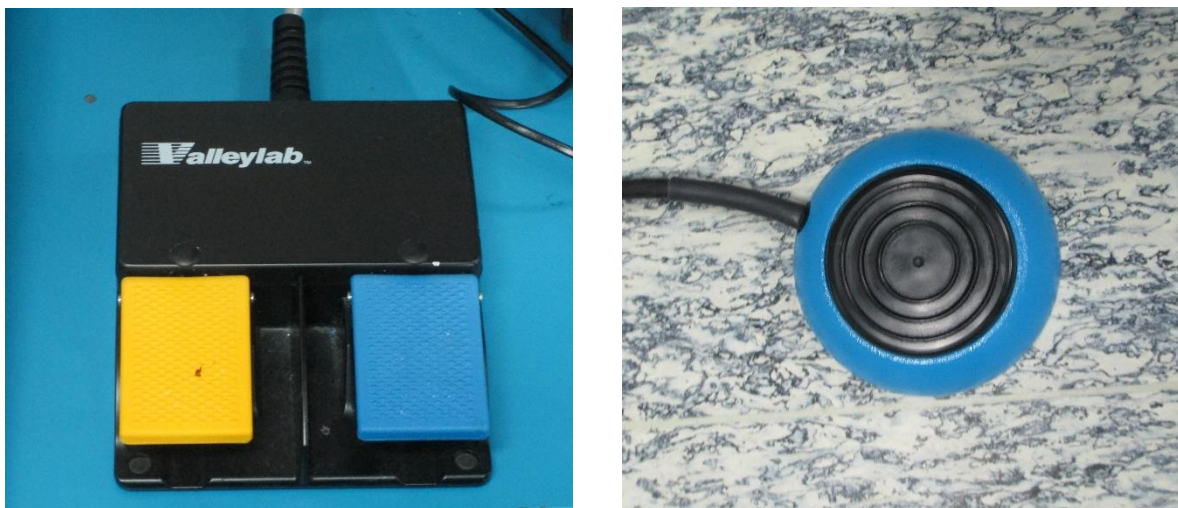


Figura 5.3 – Pedal para funções de corte e coagulação (lado esquerdo) e função bipolar (lado direito).

Não desprezando a importância de todos os restantes testes necessários durante a manutenção preventiva, a verificação de valores medidos é o passo mais importante para a conformidade do equipamento. Para isso começa-se por analisar a chapa de características do equipamento, situada normalmente na traseira do equipamento, conforme a Figura 5.4, e verificar os valores de potência e impedância máximos dos modos monopolar e bipolar.



Figura 5.4 – Chapa de características do Valleylab Force FX.

Assim, para a medição de valores, realizam-se as ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste de eletrobisturi (DNI Nevada 402A Electrosurgical Analyser), conforme o esquema da Figura 5.5.

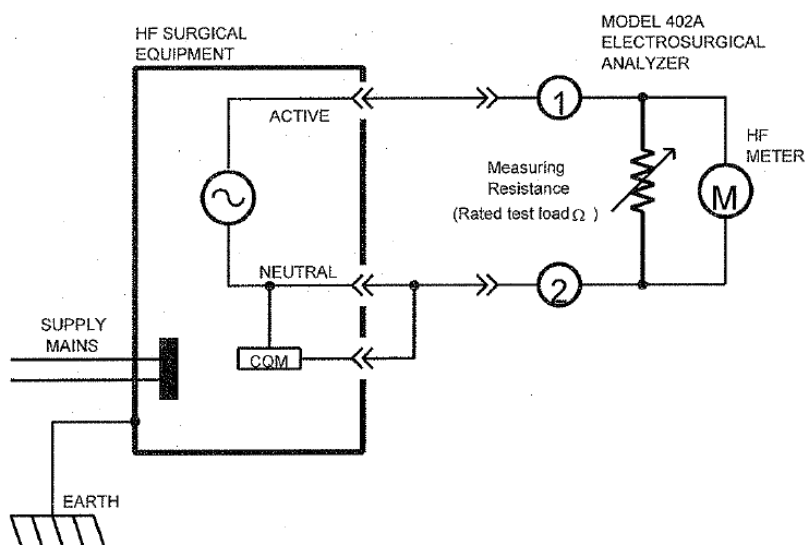


Figura 5.5 – Esquema de ligações para a medição de potência do eletrobisturi [38].

Após as ligações estarem corretamente realizadas (Figura 5.6), seleciona-se no equipamento de testes a impedância máxima permitida (300 Ω para o modo monopolar e 100 Ω para o modo bipolar). Escolhe-se o modo de potência e realiza-se a função de corte com a ponta do bisturi e com o pedal, para dois valores distintos, tendo em conta a potência máxima permitida pelo equipamento. O contacto elétrico entre a placa e o paciente tem de ser franco (entre 10Ω e 135Ω), caso contrário não é possível realizar o teste.

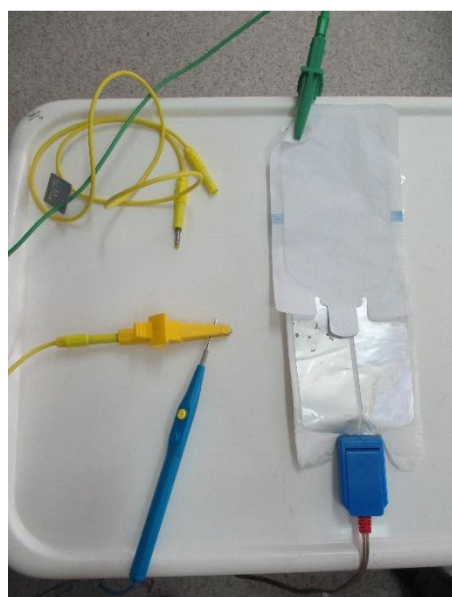


Figura 5.6 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de potência.

Para a função de coagulação e modo bipolar, realizaram-se os mesmos testes tendo em conta os procedimentos descritos anteriormente. Para a conformidade do equipamento, os valores medidos apenas podem ter um desvio máximo de 15% em relação à potência selecionada. Quando estes valores não foram atingidos, foi necessário entrar no modo de calibração para ajustar os valores e repetir as medições anteriores.

A fim de consolidar os conceitos demonstrados na Secção 4.3.2 relativamente às formas de onda dos vários tipos de funcionamento do eletrobisturi, foram comprovadas em “laboratório real” com o auxílio de um osciloscópio ilustrado na Figura 5.7:



Figura 5.7 – Forma de onda de corte puro, corte com coagulação e coagulação respetivamente.

Um passo comum e importante na manutenção preventiva foram os testes da medição de corrente de fuga de baixa frequência e a resistência de terra. Estes testes foram realizados com o auxílio do equipamento de teste DNI Nevada medTester 6000 IEC que, no final do teste, imprime um relatório a anexar à *checklist* de todos os testes realizados neste equipamento. Para a realização destes testes é necessário ligar o terminal de saída de terra, que se encontra na “chapa” traseira do eletrobisturi, ao equipamento de teste. Para este equipamento o valor de corrente de fuga de baixa frequência deverá ser inferior a 10 μA , enquanto o valor de resistência de terra não deve ultrapassar 100 Ω .

A medição de corrente de fuga de AF é realizada por intermédio de três testes. Para estes testes é necessário selecionar uma impedância de 200 Ω (indicado pelo fabricante) e selecionar o modo de medição de corrente.

A corrente de fuga Neutro/Terra indica a corrente de AF medida a partir do eléctrodo neutro à referência de terra. A Figura 5.8 representa o esquema de ligações necessário para a sua medição.

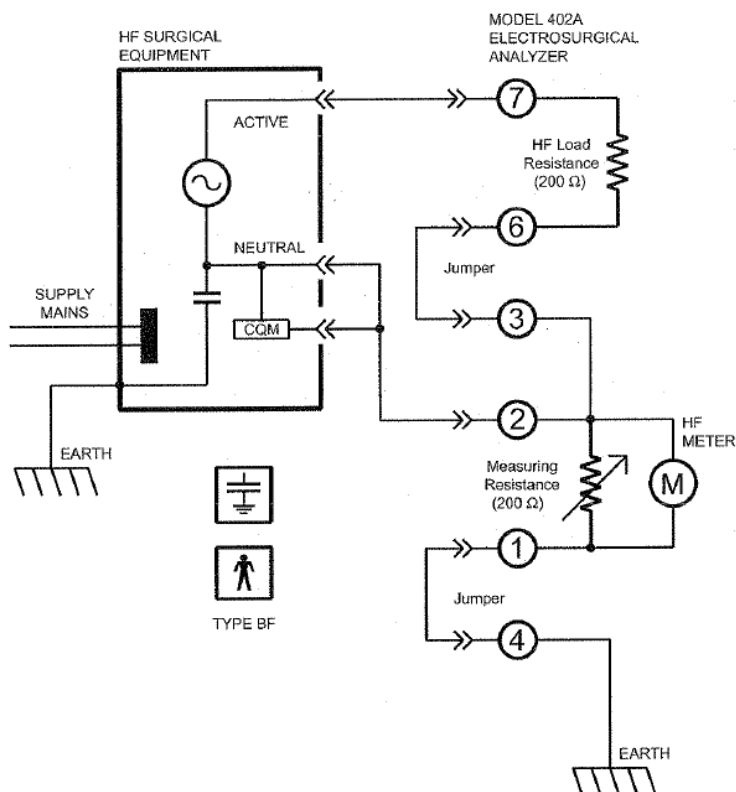


Figura 5.8 – Esquema de ligações para a medição de corrente de fuga Neutro/Terra [38].

Quando acionado o modo monopolar, o valor medido é apresentado no visor (Figura 5.9) e, segundo o fabricante, para um correto funcionamento, deverá ser inferior a 250 mA. Para proteção do equipamento de teste, este teste não deverá ultrapassar 30 segundos.



Figura 5.9 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Neutro/Terra.

A corrente de fuga Eléctrodo/Terra indica a corrente de AF medida a partir do eléctrodo ativo à referência de terra. A Figura 5.10 representa o esquema de ligações necessário para a sua medição.

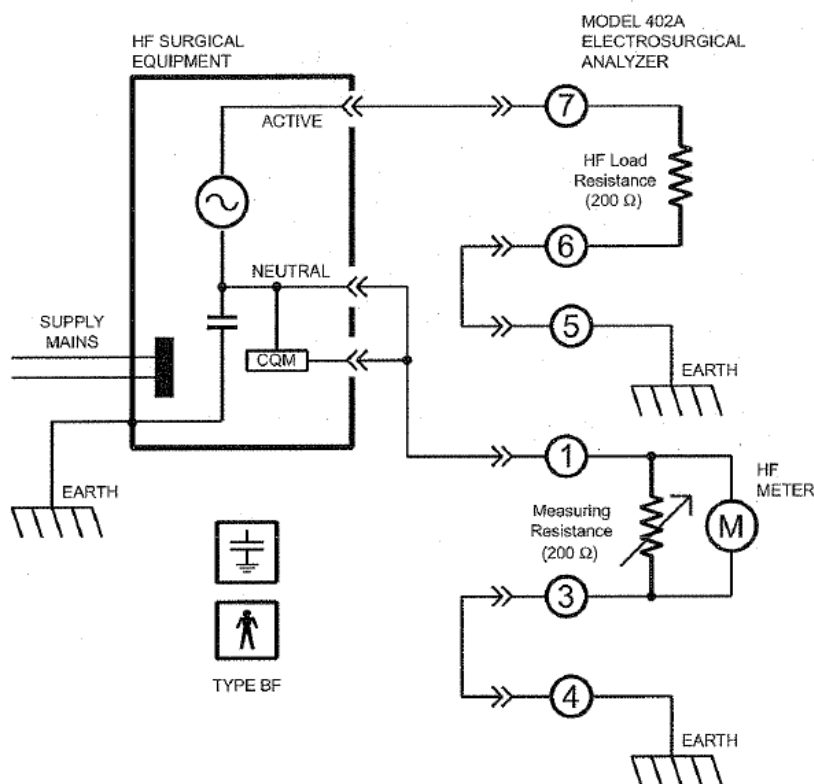


Figura 5.10 – Esquema de ligações para a medição de corrente de fuga Eléctrodo/Terra [38].

De forma equivalente à medição anterior, quando acionado o modo monopolar, o valor medido é apresentado no visor (Figura 5.11) e deverá ser inferior a 250 mA.

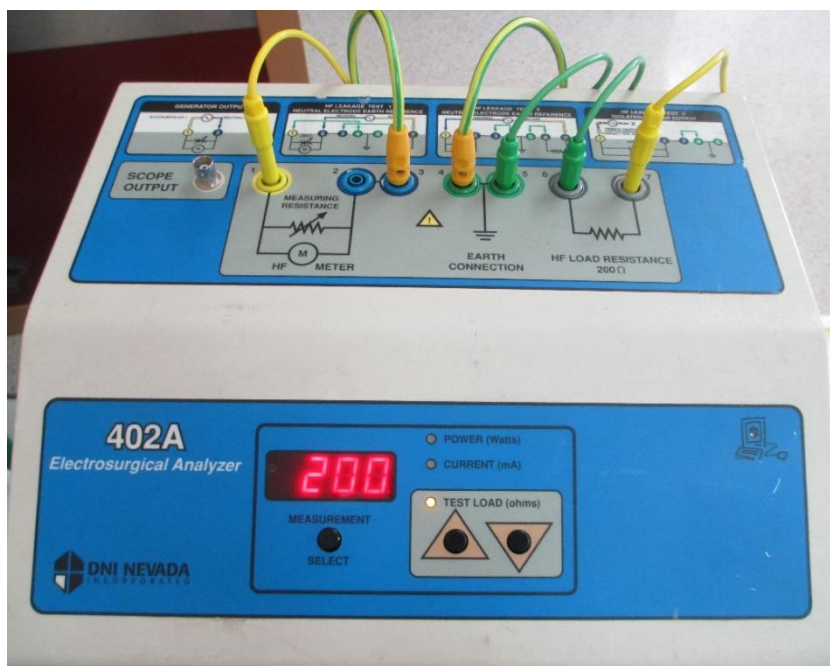


Figura 5.11 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Eléctrodo/Terra.

A corrente de fuga Bipolar isolado indica a corrente de AF medida em circuito aberto de um dos elétrodos isolados à terra. A Figura 5.12 representa o esquema de ligações necessário para a sua medição.

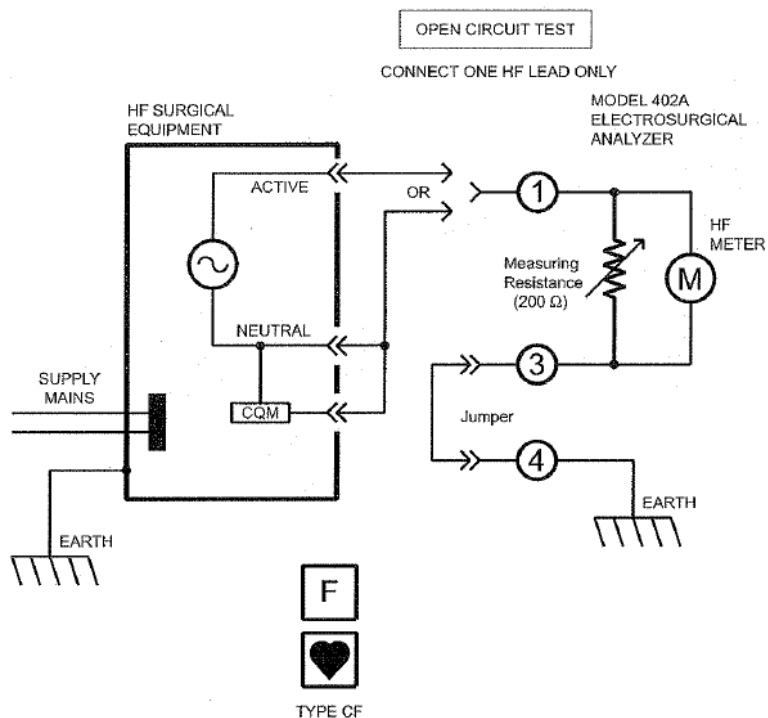


Figura 5.12 – Esquema de ligação para a medição de corrente de fuga Bipolar isolado [38].

Quando acionado o modo bipolar, o valor medido é apresentado no visor (Figura 5.13) e, segundo o fabricante, para um correto funcionamento, deverá ser inferior a 59.2 mA.



Figura 5.13 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a medição de corrente de fuga Bipolar isolado.

Para proteção do paciente, ainda é efetuado o teste de CQM. Este teste simula a resistência da pele de um paciente em contacto com a placa (neutro) no modo de funcionamento monopolar. A Figura 5.14 representa o esquema de ligações necessário para a sua verificação.

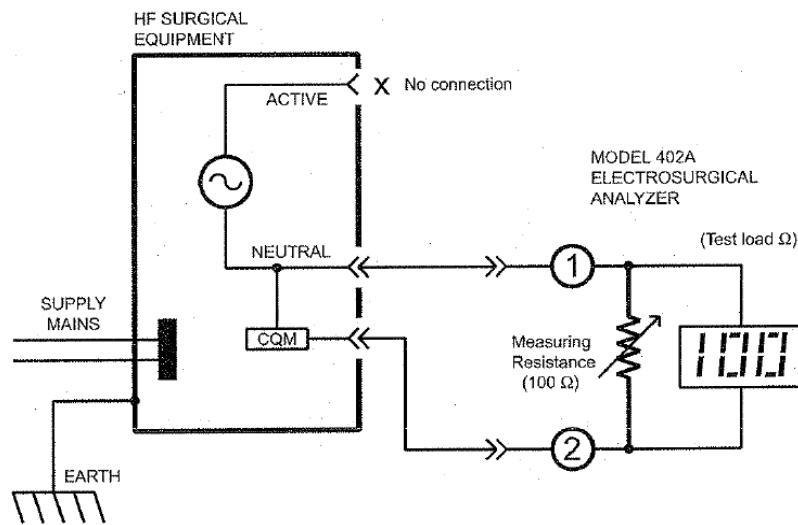


Figura 5.14 – Esquema de ligações para a verificação de CQM [38].

Para verificar o sistema de proteção CQM, é necessário variar a resistência do equipamento de teste e verificar quando o eletrobisturi assinala erro no indicador de CQM, conforme a Figura 5.15. A variação de valores de CQM deve estar compreendida entre 10 Ω e 135 Ω.



Figura 5.15 – Ligações entre o eletrobisturi e o equipamento de teste para a verificação de CQM.

Além dos acessórios de desgaste, cuja substituição está a cargo das equipas de enfermagem, o único componente a ser substituído é uma pilha de lítio interna de 3V de 5 em 5 anos [38].

No final é necessário colocar a etiqueta da STB com a indicação da realização da manutenção preventiva e data da próxima manutenção preventiva, conforme a Figura 5.16. Este autocolante deve estar situado na parte traseira do equipamento num local onde não haja perigo de se descolar com a limpeza do equipamento.



Figura 5.16 – Local de colocação da etiqueta de manutenção preventiva.

Todos os estes procedimentos anteriormente descritos correspondem a um preenchimento de uma *checklist*, apropriada a eletrobisturis, com os seguintes dados:

- Cabeçalho geral:
 - Unidade Hospitalar;
 - Número do PI;
 - Marca;
 - Número de série;
 - Número de inventário;
 - Modelo;
 - Serviço;
 - Tipo de manutenção preventiva (6 meses, 1 ano ou outra);
 - Data final da PI;
- Ações da manutenção preventiva:
 - Estado geral do chassis;
 - Indicação de ligação à rede;

- Automático/fusível;
- Cabos/conectores;
- Painel frontal/switchs;
- Sinais acústicos;
- Alarmes de segurança;
- Etiqueta de identificação;
- Limpeza interior e exterior;
- Outros dados que possam ser relevantes.
- Ações qualitativas:
 - Alarme sonoro;
 - Alarme luminoso;
 - Funções de pedal;
 - Interruptores;
 - Conectores de painel;
 - Corrente de fuga (μA);
 - Resistência de terra (Ω);
 - Corrente fuga neutro/terra;
 - Corrente fuga elétrodo/terra;
 - Corrente fuga bipolar isolado;
 - Verificação básica CQM (Ω).
- Tabela de verificação de valores (monopolar e bipolar em corte e coagulação):
 - Impedância nominal (Ω) – valores máximos;
 - Potência nominal (W);
 - Limites (+/- 15%);
 - Potência medida;
 - Conformidade OK.
- Indicação de equipamentos utilizados.
- Observações.
- Indicação final da conformidade do equipamento com a indicação e assinatura do técnico responsável.

5.2.2. Processo de Manutenção Corretiva

A nível de manutenção corretiva, os eletrobisturis foram sujeitos a alguns processos de manutenção tanto a nível elétrico como a nível físico.

Relativamente a problemas elétricos, durante o período de estágio, a única ocorrência foi a falha de ligação da ponta do bisturi. O problema relatado ocorria quando se pressionava o modo corte, o eletrobisturi não respondia e não efetuava a ação pretendida. Para a resolução desta anomalia, começou-se por fazer um levantamento de todos os acessórios de forma a eliminar possíveis problemas no cabo do bisturi. Com a persistência do problema, foi feita uma análise mais rigorosa de toda a parte elétrica, dos seus componentes e, após vários testes com o auxílio do osciloscópio, verificou-se que havia uma soldadura partida na placa de ligação da ponta do bisturi (Figura 5.17). Após corrigida a soldadura realizaram-se todos os testes funcionais e o equipamento foi dado como operacional.

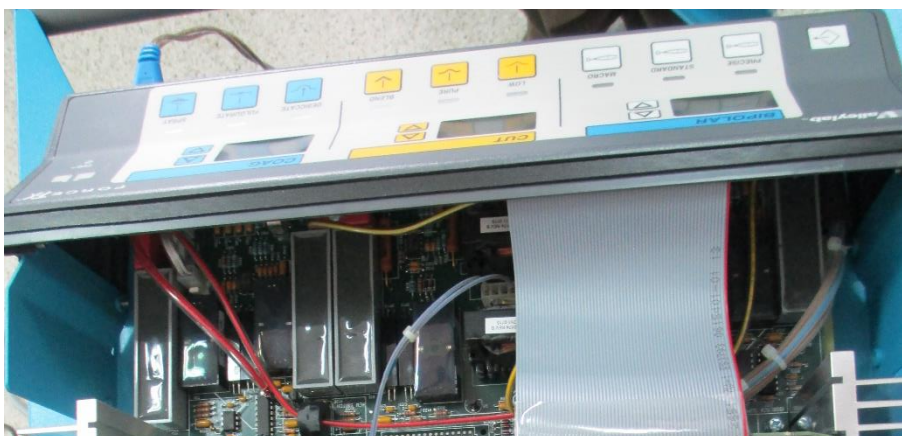


Figura 5.17 – Placa do eletrobisturi Valleylab Force FX.

Sempre que possível e sempre que estes equipamentos são alvo de manutenção corretiva é, em simultâneo, realizado um processo de manutenção preditiva de forma a poder prever próximas avarias sem ser necessário a sua intervenção.

Relativamente a danos mecânico-estruturais, estes ocorrem com frequência por ser um equipamento muito utilizado em situações de urgência, e a única solução é substituição da peça danificada. A Figura 5.18 e a Figura 5.19 mostram alguns dos principais danos sofridos por estes equipamentos.

No primeiro caso, verificou-se que o trinco de conexão da placa do paciente estava partido e quando se colocava a placa, esta não se fixava. Por vezes, os enfermeiros colocam temporariamente fita em volta da conexão de modo a remediar a avaria, mas esta deve ser substituída assim que possível.



Figura 5.18 – Conexão da placa do paciente.

Na Figura 5.19 é possível verificar que a conexão dos pedais estava partida. Esta situação ocorreu por falta de cuidado no ato de desligar os cabos dos pedais e teve de ser substituída porque uma má ligação pode originar falhas durante uma cirurgia.



Figura 5.19 – Conexão dos pedais.

5.3. Manutenção de Desfibrilhadores

Os desfibrilhadores são equipamentos predominantemente eletrônicos onde a maioria das peças suscetíveis a avarias são os seus acessórios que podem ser danificados, ou a própria caixa do equipamento que pode sofrer quedas pela utilização frequente em situações de emergência.

Tal como nos eletrobisturis, a sua manutenção é feita, de preferência no Gabinete Técnico de Trabalho.

O equipamento escolhido para exemplificar o processo de manutenção dos desfibrilhadores foi o S&W Cardio-Aid MC, como apresentado na Figura 5.20.



Figura 5.20 – Desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.

5.3.1. Processo de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva dos desfibrilhadores tem uma periodicidade entre manutenções até 6 meses.

Este processo é extremamente importante, e deve ser cumprido dentro do prazo previsto. A falha deste tipo de equipamentos pode significar a morte de uma pessoa, e um prejuízo desta natureza não é quantificável.

A manutenção preventiva de um desfibrilhador é iniciada com uma análise do estado de todo o equipamento, tendo atenção os possíveis danos que podiam provocar o funcionamento incorreto do equipamento. Sempre que necessário, é realizada uma limpeza externa do equipamento, com especial atenção às pás, que podem acumular resíduos de gel condutor, colocando em risco a segurança do operador e a efetividade das próximas descargas. Existiu também uma cuidada limpeza de toda a componente elétrica uma vez que a presença da bateria

e de grandes condensadores podem representar risco de corrosão de zonas mais delicadas. Os circuitos de alta-tensão também são verificados, pois podem surgir roturas nos isolantes, acumulação de poeira e conseqüente aumento nas correntes de fuga.

Relativamente à interface com o utilizador e acessórios, é importante analisar todos os botões do painel de controlo, interruptores, funções das pás, alarmes sonoros e luminosos de segurança, impressora, cabos e elétrodos de ECG, quando aplicáveis (Figura 5.21).



Figura 5.21 – Vista interior do S&W Cardio-Aid MC.

No que se refere a ações mais diretamente relacionadas com as funções deste equipamento, são iniciadas com os testes relativos à medição de ECG. Assim, com o auxílio do equipamento de testes de desfibrilhadores, Metron QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer, é escolhido o modo de monitorização e é realizado o teste de precisão de ECG conforme a Figura 5.22. Esta medição pode ser feita através das pás do desfibrilhador ou através de elétrodos, dependendo do desfibrilhador.

Nota: No caso de desfibrilhadores manuais, por exemplo o Premedic Dedi-B, este teste é ignorado por este não fazer medição de ECG.



Figura 5.22 – Medição do ECG através das pás do desfibrilhador.

Após confirmada a medição correta dos valores de ECG, é necessário testar os alarmes de máximo e mínimo, e ajustá-los caso seja necessário. Exceto em caso de indicação do fabricante ou da equipa médica que utiliza o desfibrilhador, o limite mínimo é 30 batimentos por minuto (bpm) enquanto o limite máximo é 120 bpm.

Outro fator importante na manutenção de um desfibrilhador é o controlo da energia transferida para o paciente. Para este teste, selecciona-se o modo de desfibrilhador, selecciona-se o valor da energia desejado no equipamento ou nas pás, e realizaram-se 3 descargas para 3 valores diferentes (Figura 5.23). Para este teste ser realizado com sucesso, é necessário que todos os valores não ultrapassem 15% de tolerância.

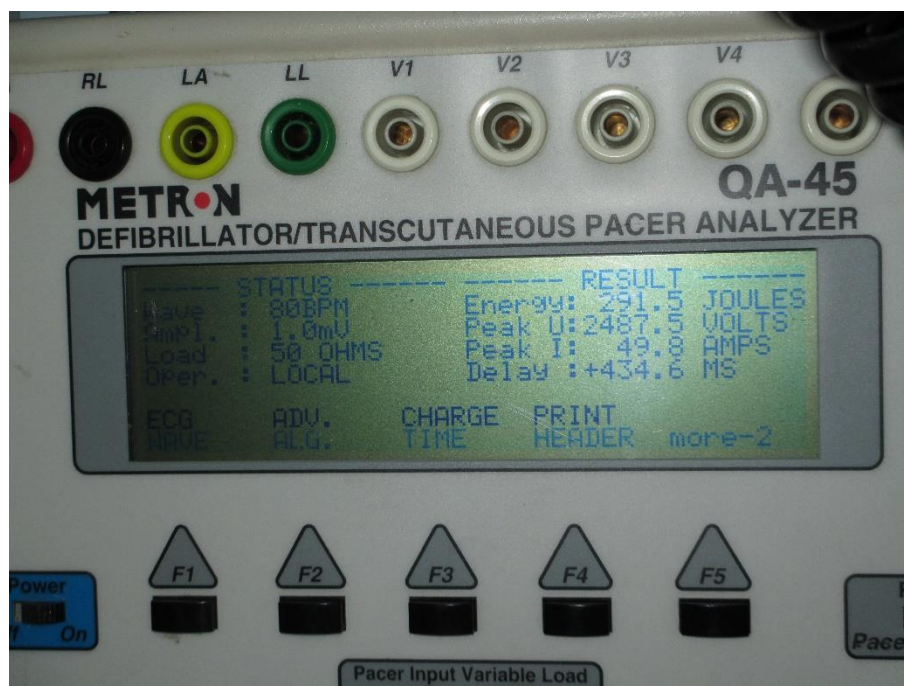


Figura 5.23 – Exemplo para descarga de 300J.

De seguida, repete-se o mesmo teste mas de forma sincronizada, ou seja, o instante em que é aplicado o choque varia com a pulsação detetada pelos eléctrodos ou pás do equipamento. Para isso selecciona-se o modo sincronizado e selecciona-se a energia desejada no equipamento ou nas pás (Figura 5.24). O tempo decorrido entre a deteção de onda pelo desfibrilhador e a aplicação do pulso é denominado por tempo de sincronismo.

Nota: De forma análoga à medição de EGC, estes parâmetros também são ignorados para o caso dos desfibrilhadores manuais.



Figura 5.24 – Exemplo para descarga sincronizada de 50J.

Para testar a condição do condensador de carga do desfibrilhador, são feitas várias descargas à carga máxima, através de um modo de “suspensão”, ou seja, após fazer a ação de carga, aguarda-se 15 segundos até fazer a ação de choque e verifica-se o valor medido. Se esse valor não ultrapassar a tolerância de 15%, o seu condensador de carga ainda está em bom funcionamento, caso contrário é necessário substituí-lo.

Para testar a condição atual das baterias, são feitas, de modo sequencial e apenas com a utilização em baterias, 10 descargas à carga máxima do equipamento (normalmente 360J). Na última descarga é necessário verificar que o valor medido não ultrapassa 15% de tolerância do valor máximo. Nesse instante é medido a tensão terminal das baterias e caso seja necessário proceder à sua substituição. As baterias do desfibrilhador em análise são constituídas por cinco módulos de 2V cada, fazendo um total de 10V, conforme é visível na Figura 5.25.



Figura 5.25 – Bateria do S&W Cardio-Aid MC.

Nos desfibriladores, é sempre necessário considerar que os componentes mais críticos são as baterias e o circuito de alta-tensão (condensador de carga, cabos de aplicação e pás), e por isso é recomendável que estejam permanentemente ligados à alimentação. Esta situação evita a descarga total e consequente danificação das baterias, mas essencialmente por o desfibrilador estar sempre disponível para utilização, já que se trata de um equipamento que é necessário usar numa situação de emergência e sem planeamento prévio. Também se recomenda uma inspeção diária da carga da bateria e dos seus acessórios, fazendo uma descarga através do seu modo de teste, quando o equipamento o permite.

De modo semelhante à manutenção preventiva do eletrobisturi, é necessário fazer os testes da medição de corrente de fuga de baixa frequência e de resistência de terra com o auxílio do equipamento de teste DNI Nevada medTester 6000 IEC. Para este equipamento o valor de corrente de fuga de baixa frequência deve ser inferior a 20 μA , enquanto o valor de resistência de terra não deve ultrapassar 100 Ω .

Por fim, coloca-se a etiqueta da STB com a indicação da realização da manutenção preventiva e data da próxima manutenção preventiva. Este autocolante deve estar situado na parte traseira do equipamento num local onde não existe o perigo de se descolar com a limpeza do equipamento.

Assim, a *checklist* com os procedimentos apropriados à manutenção preventiva de desfibrilhadores é composta pelos seguintes dados:

- Cabeçalho geral:
 - Unidade Hospitalar;
 - Número do PI;
 - Marca;
 - Número de série;
 - Número de inventário;
 - Modelo;
 - Serviço;
 - Tipo de manutenção preventiva (6 meses, 1 ano ou outra);
 - Data final da PI;
- Ações da manutenção preventiva:
 - Estado geral do chassis;
 - Indicação de ligação à rede;
 - Impressora;
 - Cabos/conectores;
 - Painel frontal/switchs;
 - Eléctrodos EGC;
 - Alarmes de segurança;
 - Etiqueta de identificação;
 - Outros dados que possam ser relevantes.
- Ações qualitativas:
 - Precisão ECG (para 3 valores diferentes);
 - Alarme 30 bpm;
 - Alarme 120 bpm;
 - Controlo de energia (para 3 valores diferentes);
 - Limpeza interior e exterior;
 - Descarga sincronizada (para 2 valores diferentes);
 - Tempo de sincronização (ms);
 - Energia após 15s à carga máxima;
 - Repetição de carga: 10x;
 - Resistência de Terra (Ω);
 - Corrente de Fuga (μA);

- Bateria (V);
- Outras ações;
- Indicação de equipamentos utilizados.
- Observações.
- Indicação final da conformidade do equipamento com a indicação e assinatura do técnico responsável.

5.3.2. Processo de Manutenção Corretiva

Nos desfibrilhadores a natureza de manutenção corretiva, está essencialmente relacionada com danos nos seus acessórios.

Os principais problemas detetados estão relacionados com a danificação das pás como demonstra a Figura 5.26 e a Figura 5.27. Estas situações surgiram devido a quedas acidentais e má colocação das pás no modo de repouso, o que originou que na fase de transporte do equipamento elas se deslocassem e caíssem.



Figura 5.26 – Pás de desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.



Figura 5.27 – Pás de desfibrilhador.

Relativamente a problemas de natureza elétrica, apenas ocorreu um caso isolado que consistiu no sobreaquecimento da impressora do desfibrilhador como se pode ver na Figura 5.28. Esta situação existiu devido ao sobreaquecimento na placa de comando da impressora, causada, possivelmente, pela obstrução da zona de ventilação do equipamento.

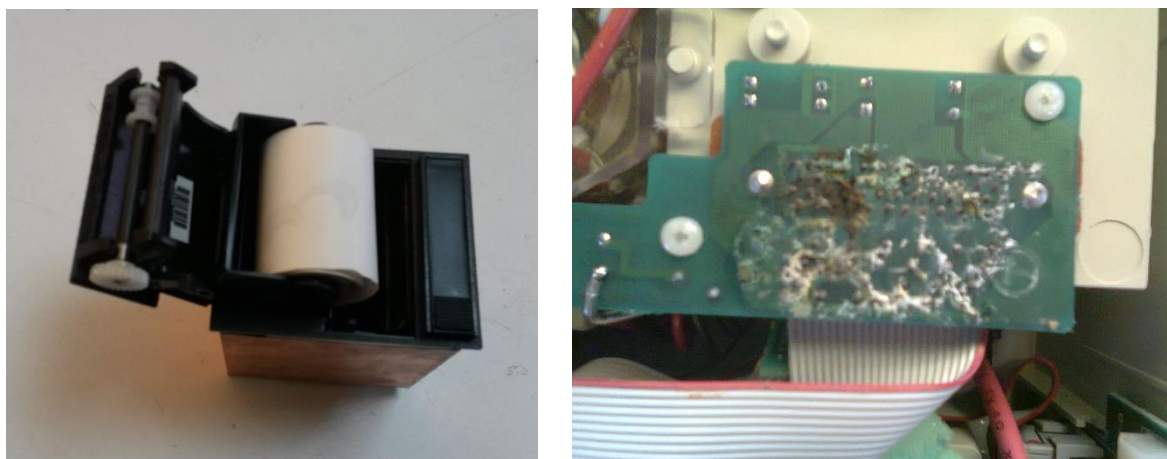


Figura 5.28 – Impressora de desfibrilhador S&W Cardio-Aid MC.

5.4. Manutenção de Equipamentos de Esterilização

A garantia da esterilidade dos instrumentos médicos, utilizados na assistência à saúde, e a sua posterior manutenção são indispensáveis para a qualidade na assistência prestada aos pacientes, principalmente no tratamento cirúrgico.

Diante dos vários tipos de esterilização explicados na Secção 4.5, o mais utilizado, hoje em dia nos hospitais, é o calor húmido através da utilização de autoclaves.

Um autoclave contém água que é aquecida pelas resistências e, ao atingir a temperatura de ebulição, gera vapor de água que se vai acumulando, faz aumentar a pressão dentro do recipiente e esse vapor da água aquece a ampola e o seu conteúdo. Como a pressão no interior do autoclave é superior à pressão normal, é possível atingir facilmente uma temperatura de 120°C. Além disso, como existe calor húmido dos dois lados da parede da ampola, as pressões igualam-se e a ampola não explode.

O seu funcionamento assemelha-se a uma panela de pressão e suporta pressões muito elevadas. O calor é fornecido por resistências elétricas e, quando se forma vapor de água, ele força o ar para fora do autoclave ficando no seu interior apenas vapor de água e água em estado

líquido. Nesse instante é fechada a válvula da autoclave e quanto maior a quantidade de vapor maior é a pressão atingida.

A manutenção dos autoclaves está sujeita a um processo diário de limpeza antes da primeira utilização. Para isso é utilizada água quente, sabão, esponja e pano limpo. De seguida é realizado um teste de modo a comprovar a sua eficiência a nível da eliminação do ar no interior da câmara, e a penetração do vapor nos locais previstos. Este teste, denominado de *bowie-dick*, é efetuado inserindo um cartão de teste no interior da câmara, que é sujeito a um ciclo de esterilização. Quando os seus compostos químicos atingem os valores de vapor húmido, reagem de forma a alterar a tonalidade do cartão de teste de modo a comprovar que o autoclave está a funcionar como pretendido (Figura 5.29).

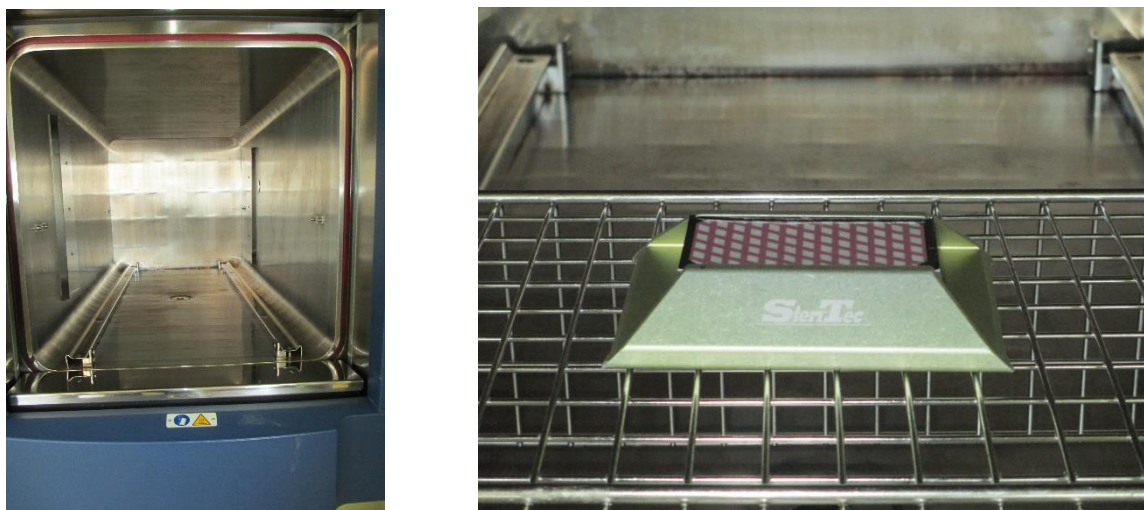


Figura 5.29 – Teste de bowie-dick.

5.4.1. Processo de Manutenção Preventiva

Por não existirem equipamentos do serviço de esterilização no contrato da STB com os CHUC, e por ser importante o seu acompanhamento de um modo prático, foi realizada uma manutenção preventiva no Hospital de Abrantes de modo a ser possível adquirir experiência na manutenção de equipamentos de esterilização.

Assim, o equipamento que mereceu especial atenção foi o Autoclave Matachana Serie 1000, como mostra a Figura 5.30.



Figura 5.30 – Autoclave Matachana Serie 1000.

O processo de manutenção preventiva dos autoclaves tem uma periodicidade obrigatória de 1 mês para uma verificação básica e uma periodicidade obrigatória de 6 meses para uma verificação completa.

Ao invés dos equipamentos anteriores, a sua manutenção é obrigatoriamente feita no local devido à dificuldade do seu transporte.

De início, há uma análise geral visual e limpeza do equipamento e seu envolvente. Esta análise passa por inspecionar o estado do *chassi* do equipamento e a possível existência de danos. De seguida é efetuada a limpeza dos filtros de entrada de água, de esgoto de purga das juntas e lubrificação das juntas.

Para a análise mais específica deste equipamento, destacam-se algumas características, sendo uma das mais importantes para este tipo de equipamentos a localização e disposição do seu gerador de vapor que, como se pode observar na Figura 5.31, se encontra na câmara na horizontal.



Figura 5.31 – Gerador de Vapor.

Verifica-se também que o sistema de vácuo é efetuado com recurso a uma bomba associada à tecnologia do tubo de venturi, como visível na Figura 5.32.



Figura 5.32 – Sistema de Vácuo.

A *checklist* com os procedimentos apropriados à manutenção preventiva de Autoclaves é composta pelos seguintes dados:

- Cabeçalho geral:
 - Unidade Hospitalar;
 - Número do PI;
 - Marca;
 - Número de série;
 - Número de inventário;
 - Modelo;
 - Serviço;
 - Tipo de manutenção preventiva (1mês, 6 meses ou outra);
 - Data final da manutenção.
- Ações da manutenção preventiva:
 - Limpeza exterior e interior;
 - Limpeza do filtro entrada de água;
 - Limpeza do filtro de esgoto;
 - Lubrificação das juntas;
 - Limpeza do filtro purga da camisa;
 - Outros.
- Ações qualitativas – mensais:
 - Verificação do cilindro pneumático da porta;
 - Verificação sistema pneumático (tubos e acessórios);
 - Verificação do quadro elétrico reaperto parafusos;
 - Afinação do mecanismo de fecho da porta;
 - Afinação do dispositivo de segurança da porta;
 - Verificação válvulas de segurança;
 - Disparo manual e afinação válvula de segurança;
 - Ensaio funcional;
 - Teste de vácuo.
- Ações qualitativas – semestrais:
 - Substituição do purgador da camisa;
 - Substituição do purgador da câmara;
 - Substituição do filtro bacteriológico;
 - Substituição das sondas de nível;

- Verificação válvulas eletromagnéticas;
- Verificação válvulas pneumáticas;
- Verificação bomba de vácuo.
- Indicação de equipamentos utilizados.
- Observações.
- Indicação final da conformidade do equipamento com a indicação e assinatura do técnico responsável.

5.4.2. Processo de Manutenção Corretiva

A única manutenção corretiva que foi possível acompanhar neste tipo de equipamento, e que colidiu com a data da manutenção preventiva, foi a substituição de um termóstato de controlo de temperatura.

Este problema deveu-se ao facto da temperatura ambiente extrema a que este autoclave se encontra sujeito ser superior ao desejável, motivado pela fraca climatização do espaço em que se encontra. Esta situação submeteu os seus componentes eletrónicos a deficientes condições de funcionamento, o que causou a redução do seu período de vida.

6. CONCLUSÕES

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões da realização deste estágio e sugestões para melhorias futuras.

6.1. Considerações finais

O balanço efetuado da passagem pela STB é extremamente positivo. Durante este estágio o estagiário teve a oportunidade de consolidar alguns conhecimentos adquiridos ao longo da formação acadêmica, assim como adquirir novas competências apenas possíveis de obter interagindo com um ambiente de trabalho real, cada vez mais competitivo e exigente.

Para além de uma excelente experiência profissional, este estágio foi uma experiência pessoal enriquecedora. Trabalhar e aprender com uma equipa e ambiente diferente do até então normal (estudantes e professores), exigiu uma enorme responsabilidade e compromisso, possibilitando em simultâneo, ter uma perceção muito própria do funcionamento diário de uma empresa inserida numa instituição com uma estrutura orgânica com muitas interdependências. Esses fatores ainda se tornam mais relevantes por se tratar de uma área profissional complexa, a medicina, onde a mais pequena falha se pode tornar irremediável.

A área da eletromedicina tem sido pouco evidenciada a nível de engenharia e, por isso, foi ainda mais desafiante a realização deste estágio requerendo um esforço pessoal adicional, direcionado para a manutenção de equipamentos médicos. Embora seja provável a ocorrência de vários tipos de avarias num equipamento, é de notar que cada equipamento é único e opera em condições distintas. Existem numerosas causas possíveis que, isoladas ou em conjunto, podem provocar uma dada avaria.

O estagiário considera extremamente positivo, do ponto de vista de enriquecimento profissional, a realização de algumas tarefas que inicialmente não estavam previstas nos objetivos, como por exemplo a elaboração de orçamentos de reparação.

Este estágio tinha como objetivo principal a consolidação de conhecimentos na área de engenharia clínica e os seus objetivos foram amplamente cumpridos.

6.2. Trabalhos Futuros

Os equipamentos médicos representam uma parte significativa dos custos totais do SNS. Assim, este facto deve ser aliado a um maior cuidado dos serviços de manutenção com vista à melhoria da qualidade de vida dos utentes.

No âmbito do ambiente profissional onde o estágio decorreu os aspetos que na opinião do estagiário devem ser melhorados são:

- A realização de um levantamento exaustivo de todos os equipamentos dos CHC, com indicação exata do local de funcionamento e com a aprovação do responsável dos SIE, visto que o levantamento atual tem muitas lacunas, com muitos equipamentos trocados. Aliado a este levantamento seria desejável a realização de melhorias nas funcionalidades do GHAF de modo a permitir atualizar as suas informações de manutenção e localização atual, permitindo visualizar todo o seu histórico;
- Analisar os gastos efetuados com a manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos e realizar um quadro com o tempo de vida útil dos equipamentos e o número de anos que cada um deve ser utilizado, de modo a otimizar os custos e verificar a vantagem entre comprar um equipamento novo ou mantê-lo por mais alguns anos.
- Melhoria do espaço cedido à STB. Apesar de ter boas condições de trabalho, a inexistência dos gases necessários para realizar os testes aos ventiladores é problemática uma vez que impede a realização de inúmeros testes no Gabinete Técnico de Trabalho.
- Melhoria dos conhecimentos gerais dos equipamentos aos seus utilizadores. Em algumas situações existem dúvidas por parte da comunidade médica sobre a utilização de determinado equipamento, o que origina em alguns casos o uso incorreto e o aumento da probabilidade de acidentes. Assim, devem ser desenvolvidas ações de formação com os conhecimentos gerais dos equipamentos médicos e uso correto dos mesmos.

Estas possíveis melhorias têm um carácter meramente sugestivo, e surgem sobre a forma de contributo para o melhor funcionamento dos CHUC e da STB.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

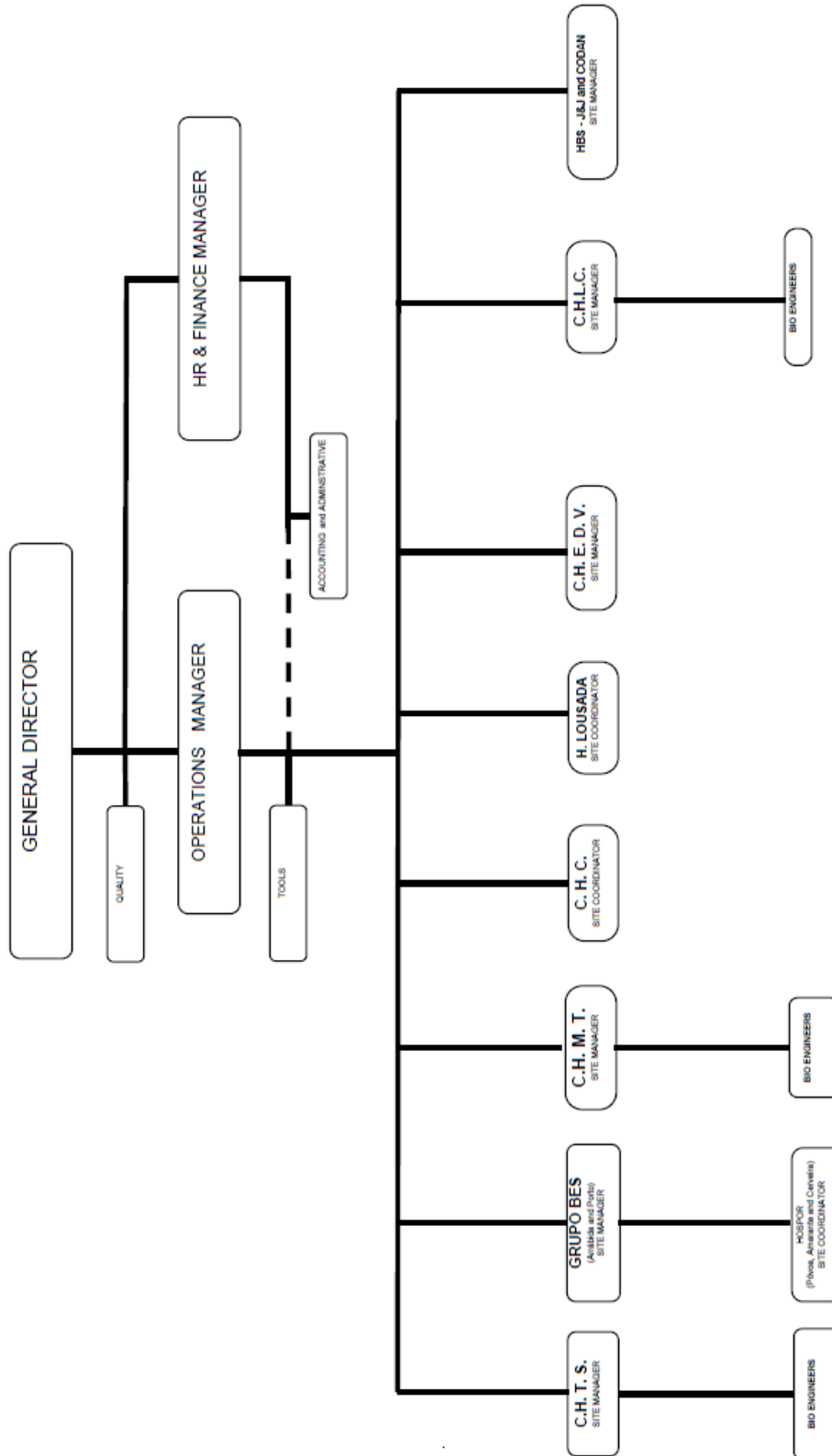
- [1] CHC (2014, Ago) Centro Hospitalar de Coimbra, EPE (online)
<http://www.chc.min-saude.pt/>
- [2] TBSPT (2014, Ago) Serviços Telemáticos e Biomédicos (online)
<http://www.tbspt.com/>
- [3] CHUC (2014, Ago) Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (online)
<http://www.chuc.min-saude.pt/index.php>
- [4] GE Healthcare (2014,Nov) General Electric Company (online)
http://www3.gehealthcare.co.uk/en-gb/services/asset_management/assetplus
- [5] Pedro Bispo (2013), Dissertação de Mestrado: *Manutenção de Sistemas de Monitorização e Apoio à Vida*
- [6] Pedro Gonçálinho de Oliveira (2013), *MANUAL DA QUALIDADE STB - Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda.*
- [7] Engenharia Clínica, Engenharia Hospitalar e a Escassez de Engenheiros (2014, Nov)
<http://www.cmqv.org/website/artigo.asp?cod=1461&idi=1&moe=212&id=16282>
- [8] ANTUNES, Elisabeth; VALE, Marcio do; MORDELET, Patrick; GRABOIS, Victor (2002): *Gestão da Tecnologia Biomédica. Tecnovigilância e Engenharia Clínica – Capítulo 4: A Engenharia Clínica como Estratégia na Gestão Hospitalar.*
- [9] (Decreto-Lei nº 441/91, de 14 de Novembro – Artigo 15º (alterado)
Lei nº 99/2003, de 27 de Agosto – Artigo 274º)
- [10] J. M. Torres Farinha (1997), *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares:* Minerva
- [11] L. A. A. Ferreira (1998), *Uma introdução à manutenção* . Porto : Publindústria
- [12] Bruno Magalhães (2011), Dissertação de Mestrado: *Manutenção de Equipamentos de Bloco Operatórios Caso do CHVNG/E*

- [13] Standard, European (2007), *Terminologia da Manutenção - Versão Portuguesa*. NP EN 13306
- [14] M. J. M. Ferreira Santos (2009), *Gestão de Manutenção do Equipamento*
- [15] Carlos Faria (1999), Dissertação de Mestrado: *Gestão de Manutenção de Instalações e Equipamentos Hospitalares*
- [16] Manutenção preditiva: acompanhando as condições dos equipamentos (2014, Nov)
<https://qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhando-as-condicoes-dos-equipamentos/>
- [17] Márcio Tadeu de Almeida: Artigo: *Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade*
- [18] Chedas Sampaio (2003), Artigo: *Introdução à Manutenção Industrial*
- [19] Manual de Utilização da Norma IEC 6060
- [20] Infarmed – Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saude I.P (2014,Out.)
http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/PERGUNTAS_FREQUENTES/DM/#P10
- [21] Rosario Del Pilar Alva Palomares (2005) – Dissertação de Mestrado: *Confiabilidade Metrológica de Unidades Eletrocirúrgicas de Alta Frequência*
- [22] Mark J. J. Grinenwald (2001): *Enfermagem de Bloco Operatório e Electrocirurgia: Lusociência*
- [23] Prof. Dr. Salde Jorge Calil (2002): *Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção, Capacitação a distância*, Série F. Comunicação e Educação em Saúde
- [24] Barbara L. Christie (2009): *Introduction to Biomedical Instrumentation*: Cambridge University Press
- [25] António Manuel Melo Rosmaninho (2010), Dissertação de Mestrado: *Manutenção Planeada de Electrobisturis com Análise do Efeito das Correstes de Fuga sobre os Utentes*
- [26] Paulo Fukushi Yamaguti, Eulália Maria Martins da Silva, Ricardo Shibayama, Cicero Eleuterio da Silva Filho (2002): Artigo: *O Electrobisturi na Clínica Odontológica*.
- [27] John G. Webster, Editor (2009): *Medical Instrumentation*: Fourth Edition

- [28] Rodrigo Nunes Endres (2003): Artigo: *Equipamentos para ensaio de funcionalidades de desfibrilhadores*
- [29] Noara Foiatto, Marcus Pinto, Rafael Hessel (2009): Artigo: *Calibração de analisadores de Desfibrilhadores Cardíacos*
- [30] Carlos Fornazier, Stela Candioto Melchior, Guilherme Buss, Evelinda Trindade, Anderson de Almeida Pereira, Denis Xavier Barbieri, José Eduardo Lopes da Silva, Léria Rosane Holsbach, Marco Túlio Perlato, Luis Antônio Glowacki, André Paes de Almeida, Carla Janne Farias Cruz (2011): Artigo: *Desfibrilador Externo*
- [31] Comissão Tripartite Permanente de Negociações do Setor Elétrico no Estado SP: *Choque Elétrico*
- [32] Resuscitation Central Desfibrillation (2014, Nov)
<http://www.resuscitationcentral.com/defibrillation/biphasic-waveform/>
- [33] Manual Philips Heartstart, Smart Biophasic, M3535-91040
- [34] Manual do usuário desfibrilhador HS01
- [35] Ana M. Razaboni, Apresentação: *Esterelização*, Forp/Usp
- [36] A. Faria Gomes, Apresentação: *Validação de Processos de Esterelização de Dispositivos Médicos – Abordagem normativa*
- [37] Giovana Abrahão de Araújo Moriya, Kazuko Uchikawa Graziano (2010): Artigo: *Avaliação da manutenção da esterilidade de materiais úmidos/molhados após a esterilização por vapor e armazenamento por 30 dias*
- [38] Manual de Serviço Valleylab Forc FX-8C

ANEXOS

ANEXO I – ESTRUTURA DA EMPRESA



ANEXO II – EXEMPLO DE UM PI

Pedido 25518

Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, E.P.E.

Data: em 26-03-2013 15:01:46-Euro-Ut.STB

Folha do Pedido : SIE#25518

CCU: 2500108 Bloco Operatório - Gastos C	Requisição Nº: 25.518
Assunto: Monitor de anestesia - sala 4	Tipo Pedido Reparação Equipamento/Mobiliário
	Prioridade Urgente
	Nº Mecanografico: 3405
Requisitado 07-03-2013 por: Enf. Rui Ferreira	

Descrição: Monitor de anestesia que não apresenta espirometria e capnografia

Nota--sala livre, neste momento (cirurgias a continuar noutra sala)

Despacho do Director _____

Reparação aumenta o valor do equipamento

Sim Não

Informação do equipamento:

Nº Inventario	Designação	NºSérie	Marca	Modelo
	Nº Contrato		Firma:	
12094	MONITOR ANESTESIA			

Oficina _____

Execução

Executante	Nº de Dias	Horas	Custo Mão de Obra
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Material Aplicado

Codigo	Designação	UN	QTD			Valor Unitário	Valor
			Levantada	Devolvida	Pendente		

Histórico do Pedido 25518

Histórico do pedido

Page 1 of 1

Histórico do Pedido: 25518

>> Cabeçalho

Unidade Hospitalar:	CHC-CENTRO HOSPITAL DE COIMBRA	Tipo de Pedido:	Reparação Equipamento/Mobiliário	Data do Pedido:	07-03-2013 11:25:19
Serviço/Área:	Electromedicina	Sector/Oficina:		Prioridade:	Urgente
Serv. Requiritante:	Bloco Operatório - Gastos Comuns H.G.	Requiritante:	Enf. Rui Ferreira		
Localização física:	bloco - sala 4				
Assunto:	Monitor de anestesia - sala 4				
Descrição:	Monitor de anestesia que não apresenta espirometria e capnografia				
	Nota--sala livre, neste momento (cirurgias a continuar noutra sala)				

>> Leitura: 07-03-2013 11:30:33

Tipo pedido:	Reparação Equipamento/Mobiliário	Serviço/Área:	Electromedicina	Sector/Oficina:	
Estado:	Reparação	% Conclusão:	0	Data Prev.Concl.:	
Lido por:	RAFAEL ALMEIDA PINTO	em:	07-03-2013 11:30:33	Prioridade serv.:	Urgente

>> Alteração: 07-03-2013 11:30:57 (Exclusivo do serviço)

Tipo pedido:	Reparação Equipamento/Mobiliário	Serviço/Área:	Electromedicina	Sector/Oficina:	Contrato Manutenção
Estado:	Reparação	% Conclusão:	0	Data Prev.Concl.:	
Utilizador Reg.:	RAFAEL ALMEIDA PINTO			Prioridade serv.:	Urgente
Descrição:	À STB para avaliação, URGENTE.				

>> Leitura: 07-03-2013 14:39:38 (Exclusivo do serviço)

Tipo pedido:	Reparação Equipamento/Mobiliário	Serviço/Área:	Electromedicina	Sector/Oficina:	Contrato Manutenção
Estado:	Reparação	% Conclusão:	0	Data Prev.Concl.:	
Lido por:	STB	em:	07-03-2013 14:39:38	Prioridade serv.:	Urgente

ANEXO III – EN ISO 9001:2008 e EN ISO 13485:2004



www.icim.it

CERTIFICATO n. 4220/2
CERTIFICATE No. _____

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA DI GESTIONE PER LA QUALITÀ DI
WE HEREBY CERTIFY THAT THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

STB – SERVIÇOS TELEMÁTICOS E BIOMÉDICOS, UNIPESSOAL, LIMITADA

UNITA' OPERATIVE
OPERATIVE UNITS

Rua dos Bombeiros Voluntários do Dafundo, nº 1
1495-714 Dafundo
Portugal

E' CONFORME ALLA NORMA
IS IN COMPLIANCE WITH THE STANDARD

UNI EN ISO 9001:2008

PER LE SEGUENTI ATTIVITÀ
FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

EA: 34

Servizi di manutenzione di apparecchiature medicali, apparecchiature di laboratorio, relativi accessori.

Maintenance Services of Medical Equipment, Laboratory Equipment and relating Utilities. Servicios de Mantenimiento de Equipamiento Médico, de Laboratorio e Instalaciones.

Serviços de Manutenção de Equipamentos Médicos, de Laboratório e Instalações. Servei de Manuteniment Mèdic, de Laboratori e installacions.

Riferirsi al Manuale della Qualità per l'applicabilità dei requisiti della norma di riferimento.
Refer to Quality Manual for details of application to reference standard requirements.

Il presente certificato è soggetto al rispetto del regolamento per la certificazione dei sistemi di gestione per la qualità delle aziende.
The use and the validity of this certificate shall satisfy the requirements of the rules for the certification of company quality management systems.

Data emissione
First issue
17/11/2004

Emissione corrente
Current issue
17/11/2010

Data di scadenza
Expiring date
16/11/2013

ICIM S.p.A.

Piazza Don Enrico Mapelli, 75 – 20099 Sesto San Giovanni (MI)

CISQ is a member of

IQNet

THE INTERNATIONAL CERTIFICATION NETWORK
www.iqnet-certification.com

IQNet, the association of the world's first class certification bodies, is the largest provider of management System Certification in the world.

IQNet is composed of more than 30 bodies and counts over 150 subsidiaries all over the globe.

CISQ è la Federazione Italiana di Organismi di Certificazione dei sistemi di gestione aziendale

CISQ is the Italian Federation of management system Certification Bodies

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO

SGQ N° 004A SSI N° 008G
SGA N° 005D PRD N° 004B
SCR N° 006F ISP N° 046E
Membro degli accordi di Mutuo Riconoscimento EA e IAF
Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreement

FEDERAZIONE
CISQ

www.cisq.com



CERTIFICATO n. 4221/2
 CERTIFICATE No. _____

SI CERTIFICA CHE IL SISTEMA DI GESTIONE PER LA QUALITA' DI
 WE HEREBY CERTIFY THAT THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OPERATED BY

STB – SERVIÇOS TELEMÁTICOS E BIOMÉDICOS, UNIPESSOAL, LIMITADA

UNITA' OPERATIVE
 OPERATIVE UNITS

Rua dos Bombeiros Voluntários do Dafundo, nº 1
 1495-714 Dafundo
 Portugal

E' CONFORME ALLA NORMA
 IS IN COMPLIANCE WITH THE STANDARD

UNI EN ISO 13485:2004

PER LE SEGUENTI ATTIVITA'
 FOR THE FOLLOWING ACTIVITIES

EA: 34

Servizi di manutenzione di apparecchiature medicali, apparecchiature di laboratorio, relativi accessori.

Maintenance Services of Medical Equipment, Laboratory Equipment and relating Utilities. Servicios de Mantenimiento de Equipamiento Médico, de Laboratorio e Instalaciones.

Serviços de Manutenção de Equipamentos Médicos, de Laboratório e Instalações. Servei de Manuteniment Médic, de Laboratori e installacions

Riferirsi al Manuale della Qualità per l'applicabilità dei requisiti della norma di riferimento.
 Refer to Quality Manual for details of application to reference standard requirements.

Il presente certificato è soggetto al rispetto del regolamento per la certificazione dei sistemi di gestione per la qualità delle aziende.
 The use and the validity of this certificate shall satisfy the requirements of the rules for the certification of company quality management systems.

Data emissione
 First issue
 17/11/2004

Emissione corrente
 Current issue
 18/11/2010

Data di scadenza
 Expiring date
 17/11/2013

ICIM S.p.A.
 Piazza Don Enrico Mapelli, 75 – 20099 Sesto San Giovanni (MI)

CISQ is a member of



IQNet, the association of the world's first class certification bodies, is the largest provider of management System Certification in the world. IQNet is composed of more than 30 bodies and counts over 150 subsidiaries all over the globe.

CISQ è la Federazione Italiana di Organismi di Certificazione dei sistemi di gestione aziendale

CISQ is the Italian Federation of management system Certification Bodies



SGQ N° 004A SSI N° 008G
 SGA N° 005D PRD N° 004B
 SCR N° 006F ISP N° 046E
 Membro degli accordi di Mutuo Riconoscimento EA e IAF
 Signatory of EA and IAF Mutual Recognition Agreement



www.cisq.com

ANEXO IV – Lista completa dos equipamentos em contrato de manutenção entra a STB e o CHUC

Quantidade	Tipo	Marca	Modelo
1	Auscultador fetal	HADECO	ES-102S
2	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE FX
7	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE EZ
1	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE30
2	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCEEZ8
1	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	LIGASURE
2	Bisturi eléctrico	BIRTCHEER	4400
1	Bisturi eléctrico	BIRTCHEER	4400 POWER PLUS
8	Braço bloco operatório	DRAGER	PENDENTE INCARPORT 1267
8	Candeeiro cirúrgico	MAQUET	HANALUX 3000
2	Cardiotocografo	HP	M1351 A 50 A
20	Coluna uci	KREUSER	INCARE PORT 1267
1	Desfibrilhador	METRAX	PRIMEDIC DEFIB-B
1	Desfibrilhador	METRAX	PRIMEDIC DEFIMONITOR XD
2	Desfibrilhador	S&W	MC+
1	Desfibrilhador	HP	CODEMASTER XL
1	Desfibrilhador	AGILENT	HEARTSTREAM XL
1	Desfibrilhador	ZOLL	M-SERIES
1	Ecógrafo	ALOKA	SSD-1000
1	Ecógrafo	ALOKA	SSD-5500
2	Eletrocardiógrafo	SCHILLER	AT 1
5	Equipa estomatologia	OMS STAFF	ARCADIA LINEAE 92
1	Estação central	DRAEGER	INFINITY CENTRAL STATION
1	Fonte de luz fria	DYONICS	XENON XL LS
1	Garrote pneumático	VMB-TOURNIQUET	2X500 ELC
1	Garrote pneumático	VMB-TOURNIQUET	4500 ELC
2	Mesa operatória	MAQUET	BETASTAR
8	Mesa operatória	BLANCOMED	JUPITER
3	Mesa operatória	TRUMPF	SATURN
1	Microscópio	ZEISS	S8
8	Monitor sinais vitais	SIEMENS	SC 9000 XL
8	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 (ADU)
9	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 RECOBRO
3	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 F-FM
3	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 LIGHT
8	Monitor sinais vitais	DRAGER	INFINITY GAMMA XLNI, PT
89	Monitor sinais vitais	PHILIPS	MP20

3	Monitor sinais vitais	PHILIPS	MP30
2	Monitor sinais vitais	PHILIPS	MP50
3	Monitor sinais vitais	GOLDWAY	UT4000A
1	Monitor sinais vitais	S&W	DIASCOPE2
3	Monitor sinais vitais	DRAGER	INFINITY DELTA
1	Monitor sinais vitais	WELCH ALLYN	PROPAQ CS
6	Ventilador anestesia	DAMECA	10916
8	Ventilador anestesia	DATEX OHMEDA	ADU
1	Ventilador anestesia	DRAGER	JULIAN
1	Ventilador anestesia	DRAGER	PRIMUS
3	Ventilador médico	BIRD	VSO2
1	Ventilador médico	BIRD	AVIAN
1	Ventilador médico	EME TRICOMED	INFANT FLOW
3	Ventilador médico	SIEMENS MAQUET	SERVO-I
10	Ventilador médico	SIEMENS MAQUET	SERVO VENTILATOR 300/300A
2	Ventilador médico	DRAGER	ZEUS
5	Ventilador médico	DRAGER	BABYLOG 8000
2	Ventilador médico	DRAGER	OXYLOG 1000
3	Ventilador médico	MAQUET	SERVO S
276	TOTAL		

ANEXO V – Tabela síntese dos principais equipamentos analisados (características e intervenções)

Marca:	Datex
Modelo:	ADU
Localização:	Hospital Geral: -Bloco Operatório (Salas de operação)
Intervalo de manutenção preventiva	1 Ano
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva: Correção de fugas internas, acessórios danificados



Marca:	Dameca
Modelo:	10916
Localização:	Hospital Geral: -Bloco Operatório (Salas de indução) -Cirurgia de ambulatório (Sala B) Maternidade Bissaya Barreto: Bloco Operatório
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Correção de fugas internas, substituição de válvula APL



Marca:	Dräger
Modelo:	Zeus
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – Bloco Operatório, Sala 1 e Sala 2
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de bombas do módulo de capnografia.



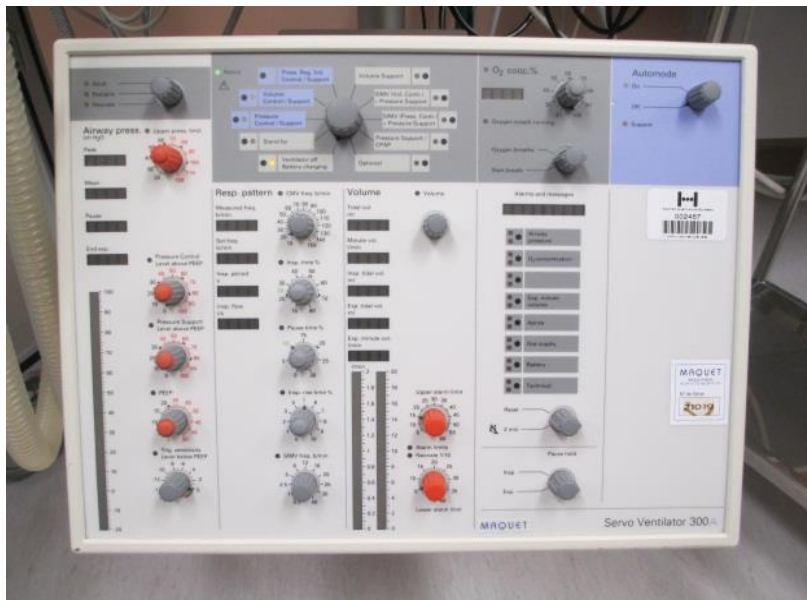
Marca:	Dräger
Modelo:	Julian
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – Bloco Operatório, Sala 3
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição da célula de O2 Manutenção Preventiva: Substituição do Kit de manutenção de 3 anos



Marca:	Maquet
Modelo:	Servo S
Localização:	Hospital Geral – Serviço de Urgência
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: Substituição das baterias de alimentação.



Marca:	Maquet
Modelo:	Servo 300/300A
Localização:	Hospital Geral – UCI
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: Substituição das baterias de alimentação. Manutenção Corretiva: erros na operação de componentes esterilizados



Marca:	Maquet
Modelo:	Servo i
Localização:	Hospital Geral – UCIP e UCIC
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: Substituição do Kit de manutenção de 1000 h.



Marca:	Bird
Modelo:	VSO2
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório, Recobro
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Dräger
Modelo:	Babylog 8000
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – UCIN
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição do cabo da célula de O2. Manutenção Preventiva: Substituição do Kit de manutenção de 1 anos; Substituição do Kit de manutenção de 2 anos.



Marca:	EME Tricomed
Modelo:	Infant Flow
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – UCIN
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Calibração da célula de O2; Substituição da ficha de alimentação do equipamento e do alimentador. Manutenção Preventiva: 6 meses.



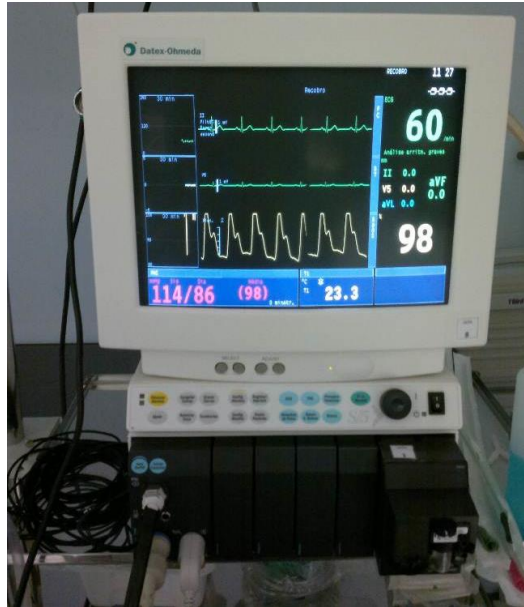
Marca:	Dräger
Modelo:	Oxilog 1000
Localização:	Hospital Geral – Hemodinâmica
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Bird
Modelo:	Avian
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório, Recobro
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses. Manutenção Corretiva : Substituição do componente de encaixe das traqueias.



Marca:	Datex Ohmeda
Modelo:	S/5
Localização:	Hospital Geral: Pneumologia. Maternidade Bissaya Barreto: Obstetrícia, Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de switch's, de PCI de SPO2 e de ECG, de LCD, de pilha da SRAM e verificações diversas de conexões. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Datex Ohmeda
Modelo:	S/5 Light
Localização:	Hospital Geral: Pneumologia. Maternidade Bissaya Barreto: Obstetrícia, Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de switch's, de PCI de SPO2 e de ECG, de LCD, de pilha da SRAM e verificações diversas de conexões. Manutenção Preventiva: 12 meses.



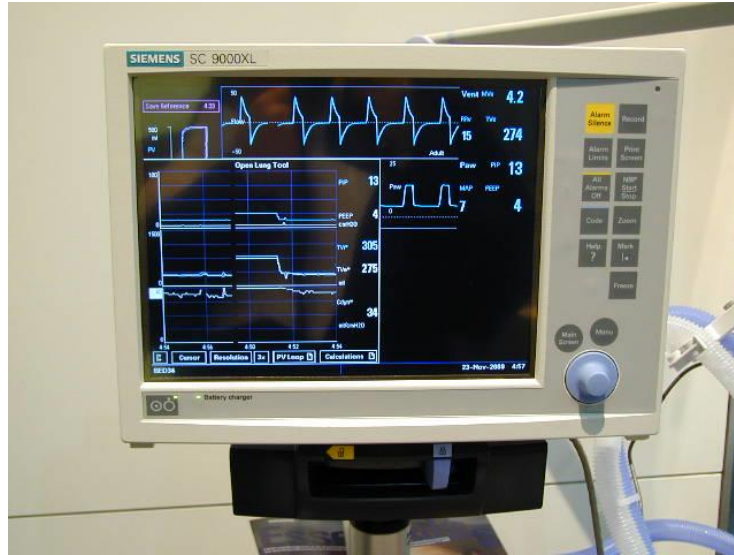
Marca:	Dräger
Modelo:	Infinity Delta
Localização:	Hospital Geral – UCIC; Hemodinâmica.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Dräger
Modelo:	Infinity Gamma
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – UCIN.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição do balastro de iluminação do ecrã, verificação de conexões internas. Manutenção Preventiva: 12 meses.



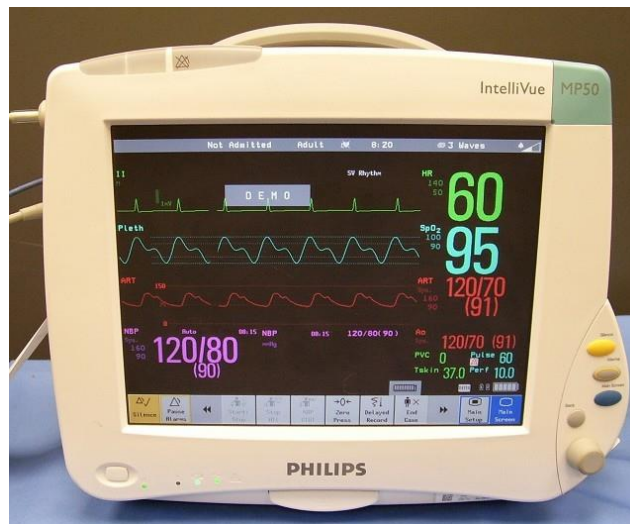
Marca:	Siemens
Modelo:	SC 9000XL
Localização:	Hospital Geral – UCIP.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de película de switch's do teclado, verificação de conexões internas. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Philips
Modelo:	MP20
Localização:	Hospital Geral – Urgência
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses. Manutenção Corretiva: falhas no módulo do paciente. Substituição das braçadeiras.



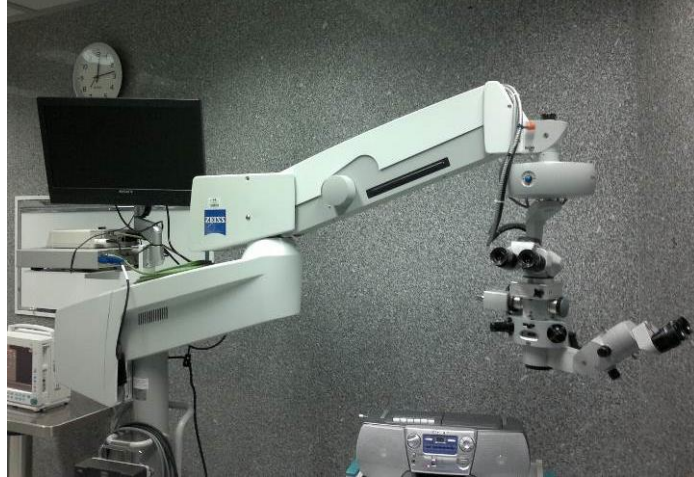
Marca:	Philips
Modelo:	MP50
Localização:	Hospital Geral – Urgência.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação de conexões interna. Vários problemas registados nos respetivos módulos do paciente, substituição de diversos componentes destes módulos. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Goldway
Modelo:	UT4000A
Localização:	Hospital Geral – Enfermaria.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação de conexões interna. Substituição das diversas PCI e de alguns componentes das mesmas. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Carl Zeiss
Modelo:	S8
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório, sala 7.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação de conexões interna. Correção de anomalias no cabo do comando, substituição de lâmpada de halogénio. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Valleylab
Modelo:	Force FX
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Valleylab
Modelo:	Force EZ
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correcção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Valleylab
Modelo:	Ligasure
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correcção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Birtcher
Modelo:	4400 POWER PLUS
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Dräger
Modelo:	Pendente Incarport 1267
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões internas afinações e alinhamentos. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Maquet
Modelo:	Hanalux 3000
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões internas, afinações e alinhamentos, substituição de lâmpadas. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Metrax
Modelo:	Primedec Defi-B
Localização:	Hospital Geral – Enfermaria.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões internas, reparação do sector de alimentação de energia e substituição de bateria. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Metrax
Modelo:	Primedic Defimonitor XD
Localização:	Hospital Geral – Neurologia.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de bateria. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	S&W
Modelo:	MC+
Localização:	Hospital Pediátrico – Imagiologia.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição da pilha de memória e da bateria de alimentação. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	S&W
Modelo:	DMS 730
Localização:	Hospital Geral - Enfermaria.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição da bateria de alimentação, correção de maus contactos nas placas internas. Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	HP
Modelo:	43120A
Localização:	Hospital Geral - BO.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	HP
Modelo:	Codemaster
Localização:	Hospital Geral – Urgência.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Agilent
Modelo:	Heartstream XL
Localização:	Hospital Geral – Urgência.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Zoll
Modelo:	M-Series
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



Marca:	Hadeco
Modelo:	ES-102S
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – Consulta Externa.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses. Manutenção Corretiva: Reparação da sonda.



Marca:	Drager
Modelo:	Infinity Central Station
Localização:	Hospital Geral - UCIC
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses. Manutenção Corretiva: Atualização de <i>software</i> e retificação de conexões.



Marca:	Aloka
Modelo:	SSD - 5500
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – Consulta Externa.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Reparação de motherboard



Marca:	BlancoMed
Modelo:	Júpiter
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses. Manutenção Corretiva: Correção da avaria no carregador da mesa e do comando



Marca:	BlancoMed
Modelo:	Saturn
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses. Manutenção Corretiva: Substituição de baterias.



Marca:	Dyonics
Modelo:	Xenon XL Light Source
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição de lâmpada.



Marca:	Carl Zeiss
Modelo:	S 5
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Carl Zeiss
Modelo:	S 8
Localização:	Hospital Geral – BO.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses. Manutenção Corretiva: Verificação de conexões interna. Correção de anomalias no cabo do comando, substituição de lâmpada de halogénio.

