



isec
Engenharia

MESTRADO EM INSTRUMENTAÇÃO
BIOMÉDICA

**Gestão de Serviços de Manutenção em
Contexto Hospitalar de Equipamentos
Médicos**

Autor

Ana Rita Pedro do Couto

Orientador

**Professora Doutora Verónica Maria Marques do
Carreiro Vasconcelos**

Coimbra, abril de 2023

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA

Gestão de Serviços de Manutenção em Contexto Hospitalar de Equipamentos Médicos

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Instrumentação Biomédica

Autor

Ana Rita Pedro do Couto

Orientador

Professora Doutora Verónica Maria Marques do Carreiro Vasconcelos

Supervisor na empresa ATM – Manutenção Total

Filipe Lima Costa

Coimbra, abril de 2023

AGRADECIMENTOS

Após esta longa caminhada chegar ao fim, é necessário expressar o meu agradecimento às pessoas que me acompanharam neste percurso direta ou indiretamente e que me apoiaram e ajudaram a ultrapassar as adversidades que se atravessaram nesta jornada.

Em primeiro lugar, quero agradecer à minha família, em especial aos meus pais e irmão, sem eles nada disto seria possível, pelo apoio incansável, incentivo e por todo o carinho.

Ao meu namorado, pela paciência, motivação e apoio que demonstrou em momentos que eu mais duvidava.

À minha colega de casa e amiga de curso, Inês Ramos, que desde o primeiro dia até ao último me apoiou e me deu o conforto de casa, obrigada.

Aos meus amigos, que me acompanharam neste percurso e que sempre acreditaram que era possível.

À minha orientadora, Professora Doutora Verónica Vasconcelos por toda a disponibilidade e dedicação.

A toda a equipa que me acolheu no estágio, aos Supervisores Engenheiro João Marques e Filipe Lima, aos meus colegas Sr. Urbano Custódio e Diana Fernandes pela forma que me receberam, a preocupação e acima de tudo pelo que partilharam e me ensinaram.

E por último, ao ISEC, por ter sido uma segunda casa e me ter proporcionado momentos memoráveis e mais importante, permitiu-me chegar, onde cheguei hoje.

RESUMO

A esperança de vida aumentou nas últimas décadas, não só pela existência de melhores meios de diagnóstico e conhecimento científico, mas também ao desenvolvimento tecnológico que tem vindo a aumentar nos últimos anos e tem sido aplicado em equipamentos médicos. Por isso, é mais do que necessário apostar e ter uma especial atenção na especialização de áreas como a manutenção de equipamentos em ambiente hospitalar. O bom funcionamento dos equipamentos promove uma melhor monitorização e diagnóstico e, conseqüentemente, a realização de tratamentos de forma mais célere.

Para que os hospitais ou clínicas possuam um bom desempenho, necessitam de equipas multidisciplinares. Para além de profissionais de saúde devem integrar engenheiros e técnicos que assegurem o bom funcionamento dos inúmeros equipamentos médicos existentes. Estes têm um papel fundamental de forma a que o trabalho realizado não seja comprometido, por falhas ou por mau funcionamento. Assim, é fulcral a manutenção para certificar que os equipamentos estão em conformidade para que desempenhem as suas funções corretamente e durante um período alargado de tempo.

O presente relatório descreve o trabalho realizado num período de seis meses de um estágio curricular no âmbito do Mestrado em Instrumentação Biomédica (MIB), ministrado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). O estágio foi realizado na ATM – Manutenção Total na área de manutenção hospitalar como técnica de Eletromedicina que decorreu no Hospital CUF Descobertas.

Este estágio teve como principais objetivos adquirir conhecimentos sobre o funcionamento de diversos equipamentos médicos, e conhecer os procedimentos de manutenção preventiva e corretiva associados. O *software* utilizado no estágio, o NextBitt, possibilitou adquirir conhecimentos sobre gestão de ativos.

No relatório são descritos conceitos relacionados com a manutenção e com parâmetros associados aos equipamentos para uma melhor compreensão.

Palavras-Chave: Manutenção Hospitalar; Manutenção Preventiva; Manutenção Corretiva; Equipamento Médico; Eletromedicina.

ABSTRACT

Life expectancy has increased in recent decades, not only because of the existence of better diagnostic means and scientific knowledge, but also for technological development that has been increasing in recent years and has been applied to medical equipment. Therefore, it is more than necessary to bet and have special attention in the specialization of areas such as the maintenance of equipment in a hospital environment. The proper functioning of the equipment promotes better monitoring and diagnosis and, consequently, the performance of treatments more quickly.

For hospitals or clinics to perform well, they need multidisciplinary teams. In addition to health professionals, they must integrate engineers and technicians who ensure the proper functioning of the numerous existing medical equipment. They play a key role so that the work done is not compromised, by failure or malfunction. Maintenance is therefore central to making sure that the equipment is in conformity so that it performs its functions correctly and for an extended period of time.

This report describes the work carried out in a period of six months of a curricular internship under the Master's degree in Biomedical Instrumentation, taught at the Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC). The internship was realized in the ATM – Manutenção Total in the area of hospital maintenance as an Electromedical technique that took place at the Hospital CUF Descobertas.

This internship had as main objectives to acquire knowledge about the operation of various medical equipment, to know the associated preventive and corrective maintenance procedures. The software used in the internship, NextBitt, made it possible to acquire knowledge about asset management and decision-making about the state of the equipment, such as whether they are able to remain in the service or have to resort to replacing them.

Concepts related to maintenance and parameters associated with equipment are described for a better understanding.

Keywords: *Hospital Maintenance; Preventive Maintenance; Corrective Maintenance; Medical Equipment; Electromedical.*

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xv
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.3 CRONOGRAMA DO ESTÁGIO	3
1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO.....	4
1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO: ATM – MANUTENÇÃO TOTAL	5
1.6 HOSPITAL CUF DESCOBERTAS – INSTALAÇÕES DA ATM	7
2 MANUTENÇÃO HOSPITALAR	9
2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	9
2.1.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	11
2.1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA	11
2.1.3 MANUTENIBILIDADE E MANUTENÇÃO	12
2.1.4 INDICADORES TEÓRICOS DE MANUTENÇÃO	13
2.2 CICLO DE VIDA DO EQUIPAMENTO.....	17
3 NORMAS APLICADAS EM AMBIENTE HOSPITALAR	19
3.1 ORGANIZAÇÕES RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DOS PRINCÍPIOS NORMATIVOS.....	19
3.2 NORMAS GERAIS PARA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SEGURANÇA ELÉTRICA.....	20
3.2.1 NORMA IEC 60601-1:2005.....	20
3.2.2 NORMA ISO 9000	27
3.2.3 NORMA IEC 62353	29
3.2.4 NORMA ISO 14971:2007	29

4	CONCEITOS GERAIS E PARÂMETROS ASSOCIADOS A EQUIPAMENTOS MÉDICOS	33
4.1	ADMINISTRAÇÃO DE FLUÍDOS	33
4.2	OXIMETRIA DE PULSO	35
4.3	ELETROCARDIOGRAMA	35
4.4	PRESSÃO NÃO INVASIVA	37
4.5	PRESSÃO INVASIVA	38
5	<i>SOFTWARE</i> DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO	41
5.1	<i>SOFTWARE</i> NEXTBITT	43
5.2	PROCESSAMENTO DE PEDIDOS	46
6	MANUTENÇÃO PREVENTIVA – INTERVENÇÕES.....	49
6.1	EQUIPAMENTOS DE TESTE	49
6.1.1	SEGURANÇA ELÉTRICA.....	49
6.1.2	DEFIBRILHADORES	51
6.1.3	<i>DOPPLER</i>	52
6.1.4	INFUSÃO	53
6.1.5	MULTIPARAMÉTRICO	54
6.1.6	VENTILADORES NEONATAIS	55
6.1.7	TERMÓMETROS TIMPÂNICOS	56
6.2	MANUTENÇÃO PREVENTIVA A INCUBADORAS NEONATAIS.....	57
7	MANUTENÇÃO CORRETIVA – INTERVENÇÕES	59
7.1	BOMBAS E SERINGAS INFUSORAS.....	60
7.1.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM BOMBAS E SERINGAS INFUSORAS	61
7.2	CARDIOTOCÓGRAFOS	62
7.2.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM CADIOTOCÓGRAFOS	63
7.3	TERMÓMETROS TIMPÂNICOS	65
7.3.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM TERMÓMETROS TIMPÂNICOS	65
7.4	MONITORES DEFIBRILHADORES	66
7.4.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM MONITORES DE DEFIBRILHADORES	66
7.5	MONITORES DE SINAIS VITAIS E MULTIPARAMÉTRICOS	68

7.5.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM MONITORES DE SINAIS VITAIS E MULTIPARAMÉTRICOS	70
7.6	INCUBADORAS NEONATAIS E BERÇOS AQUECIDOS	71
7.6.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM INCUBADORAS NEONATAIS 74	
7.7	ELETROBISTURIS	74
7.7.1	INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM ELETROBISTURIS	75
8	CONCLUSÃO	77
	REFERÊNCIAS	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Cronograma das atividades realizadas durante o estágio	3
Figura 1.2 – Logotipo da empresa [1]	5
Figura 1.3 – Sede da ATM em Lisboa [3]	6
Figura 1.4 – Edifício sucursal da ATM na Maia [3]	6
Figura 1.5 – Hospital CUF Descobertas [4]	7
Figura 2.1 – Esquema de manutenção (adaptado) [6]	10
Figura 2.2 – Modelo Iterativo de Gestão (adaptado) [7]	11
Figura 2.3 – Tempos de funcionamento e de reparação (adaptado) [5]	13
Figura 2.4 – Ciclo da manutenção corretiva [8]	14
Figura 2.5 – Tempos para cálculo dos indicadores de gestão da manutenção (adaptado) [5]	16
Figura 2.6 – Taxa de avarias em função do tempo de um equipamento médico (adaptado) [9]	17
Figura 3.1 – Esquema do Processo de Gestão de Risco (adaptado) [21]	30
Figura 4.1 – Tipologias de Bombas de Infusão (adaptado) [22]	34
Figura 4.2 – Sensor SpO ₂	35
Figura 4.3 – Legenda da composição do coração [25]	36
Figura 4.4 – Ondas do ECG [26]	36
Figura 4.5 – Braçadeira de tamanho adulto (27-35 cm)	37
Figura 4.6 – Tamanhos disponíveis de braçadeiras no mercado	38
Figura 4.7 – Sistema de Medição de Pressão Invasiva [28]	39
Figura 5.1 – Estrutura de um sistema informático de gestão de manutenção (adaptado) [7]	42
Figura 5.2 – Informação detalhada de uma OT	44
Figura 5.3 – Exemplo de uma OT onde é possível verificar o seu estado.....	44
Figura 5.4 – Menu para atualização do <i>stock</i>	45
Figura 5.5 – Menu de visualização dos ativos.....	46
Figura 5.6 – Processamento de pedidos.....	47
Figura 6.1 – Equipamento de Teste de Segurança Elétrica vPad-Rugged 2	50
Figura 6.2 – Opções de Teste de Sequência	50

Figura 6.3 – Desfibrilhador da marca mindray.....	51
Figura 6.4 – Equipamento de Teste para Desfibrilhador.....	51
Figura 6.5 – <i>Doppler</i> Ultrassónico da marca edan	52
Figura 6.6 – Equipamento de Teste VIAMED V1000 <i>Foetal Heart Simulator</i>	52
Figura 6.7 – Realização da Manutenção Preventiva do <i>Doppler</i>	53
Figura 6.8 – Equipamento de Teste de Infusão <i>Fluke Biomedical IDA 5 Infusion Device Analyzer</i>	53
Figura 6.9 – Realização da Manutenção Preventiva de um Equipamento de Infusão.....	54
Figura 6.10 – Equipamento de Teste Multiparamétrico <i>Datrend Systems vPad-A</i>	54
Figura 6.11 – Equipamento de Teste de Analisador de Gás <i>FLUKE Biomedical VT Mobile Gas Flow Analyzer</i>	55
Figura 6.12 – Ventilador <i>Infinity C500</i> da Dräger	55
Figura 6.13 – Filtro.....	56
Figura 6.14 – Equipamento Teste de Calibração de Temperatura <i>Welch Allyn 9600 Plus Calibration Tester</i>	56
Figura 6.15 – Procedimento de medição de parâmetros da Incubadora Neonatal CALEO Dräger	57
Figura 7.1 – Equipamentos de Infusão	60
Figura 7.2 – Seringa Infusora Desmontada	61
Figura 7.3 – Cardiotocógrafo.....	62
Figura 7.4 – Sonda TOCO.....	63
Figura 7.5 – Contactos da Sonda	64
Figura 7.6 – Termómetro Timpânico <i>Braun ThermoScan PRO 6000</i>	65
Figura 7.7 – Contactos Internos do Termómetro.....	65
Figura 7.8 – Desfibrilhador <i>BeneHeart D3</i> da <i>Mindray</i>	66
Figura 7.9 – Substituição do conector das pás do desfibrilhador	67
Figura 7.10 – Monitor Multiparamétrico e de Sinais Vitais.....	68
Figura 7.11 – Cabos de ECG de 3 e 5 derivações	69
Figura 7.12 – Parte Interna do Monitor de Sinais Vitais	70
Figura 7.13 – Incubadoras Neonatais	71
Figura 7.14 – Perdas de calor - Berço Aquecido e Incubadora	73
Figura 7.15 – Célula de Oxigénio (O ₂).....	74
Figura 7.16 – Modos de Utilização no Eletrobisturi	75

Figura 7.17 – Eletrobisturi ERBE VIO 300 D	75
Figura 7.18 – Acessórios do Eletrobisturi	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Símbolos gerais (adaptado de [16])	24
Tabela 2 – Sinais de Segurança (adaptado de [16]).....	25
Tabela 3 – Códigos gerais (adaptado de [16]).....	26
Tabela 4 – Cores dos indicadores e o seu significado (adaptado de [16]).....	27
Tabela 5 – Análise comparativa entre <i>software</i> de gestão de manutenção no mercado.....	43
Tabela 6 – Equipamentos Intervencionados	59

SIGLAS E ACRÓNIMOS

AAMI – *Association for the Advancement of Medical Instrumentation*

ADT – *Administrative Delay Time*

ANSI – *American National Standards Institute*

AP – Atendimento Permanente

ATM – Assistência Total em Manutenção

AV – Atrioventricular

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

Bpm – Batimentos por minuto

CEP – Comissão Eletrotécnica Portuguesa

ECG – Eletrocardiograma

EM – Elétrico Médico

FHR – *Fetal Heart Rate*

GE – *General Electric*

IEC – *International Electrotechnical Commission*

IPC – Instituto Politécnico de Coimbra

IPQ – Instituto Português de Qualidade

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

ISO – *International Organization for Standardization*

LDT – *Logistics Delay Time*

LED – *Light Emitting Diode*

MDT – *Maintenance Downtime*

MIB – Mestrado em Instrumentação Biomédica

Mmp – Tempo médio de manutenção preventiva

MP – Manutenção Preventiva

MTBF – *Mean Time Between Failures*

MTTM – *Mean Time To Maintenance*

MTTM_{mc} – Tempo médio entre duas intervenções de manutenção corretiva

MTTM_{mp} – Tempo médio entre duas intervenções de manutenção preventiva

MTTR – *Mean Time To Repair or Replace*

MWT – *Mean Waiting Time*

NFS – *National Sanitation Foundation*

NIBP – *Non-Invasive Blood Pressure*

OT – Ordens de Trabalho

PCA – Patient-Controlled Analgesia

PDCA – *Plan-Do-Check-Action*

PET – Positron Emission Tomography

SA – Sinoatrial

SpO₂ – *Peripheral Oxygen Saturation*

TF – Tempo de Funcionamento

TOCO – Transdutor Tocodinamómetro

TR – Tempo de Reparação

UCERN – Unidade de Cuidados Especiais ao Recém-Nascido

UCIP – Unidade de Cuidados Intensivos Permanente

1 INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo é apresentada a descrição do relatório de estágio curricular realizado no âmbito da Unidade Curricular de Projeto/Estágio do Mestrado de Instrumentação Biomédica (MIB), lecionado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC) do Instituto Politécnico de Coimbra (IPC). Numa primeira abordagem é efetuado um enquadramento do estágio (secção 1.1), em seguida são descritos os objetivos pretendidos (secção 1.2), é apresentado um cronograma do estágio (secção 1.3), é feita uma descrição do presente relatório (secção 1.4), e para terminar o capítulo é apresentada a empresa de acolhimento (secção 1.5) bem como o local onde decorreu o estágio (secção 1.6).

1.1 ENQUADRAMENTO

Atualmente observa-se um rápido aumento no desenvolvimento tecnológico na área da saúde o que leva a uma maior necessidade de profissionais formados e especializados na área, garantindo o melhor desempenho dos equipamentos e, conseqüentemente, o prolongamento da sua vida útil. É neste âmbito que os Engenheiros Biomédicos e/ou mestres em Instrumentação Biomédica podem desempenhar um papel essencial no bom funcionamento das instituições de saúde.

A área da manutenção dos equipamentos tem evoluído e tem sido um foco muito importante na área da saúde, por isso, empresas de manutenção como a ATM garantem o correto funcionamento dos equipamentos, e permitem em casos de maior urgência uma manutenção de primeira linha. É bastante rentável num hospital ter uma equipa residente de manutenção, permite ao hospital e aos profissionais de saúde realizarem as suas funções não sendo prejudicados por falha de equipamentos ou atrasos na resolução de avarias.

Para o término do Mestrado em Instrumentação Biomédica, na Unidade Curricular de Projeto/Estágio, é necessário optar entre realizar um estágio ou um projeto. Optou-se por um estágio para ter uma realidade próxima do que se pode encontrar num contexto de trabalho e também para adquirir competências de manutenção na área de eletromedicina, área que representa equipamentos eletrónicos utilizados em tratamento, diagnóstico e em ambiente cirúrgico.

1.2 OBJETIVOS

Com a realização do estágio descrito neste relatório pretendeu-se:

- Conhecer e compreender os métodos de funcionamento e organização da equipa de manutenção, bem como os trabalhos que esta desenvolve para, posteriormente, aplicá-los na prestação de serviços. Adquirir competências para a implementação e gestão de planos de manutenção preventiva de equipamentos;
- Interação com a equipa de eletromedicina na elaboração de planos de manutenção em equipamentos médicos;
- Adquirir conhecimentos sobre o *software* de gestão de ativos físicos utilizado pelo Hospital CUF Descobertas, o NextBitt;
- Realização de Manutenção Corretiva de equipamentos médicos, para a resolução de avarias ou substituição de componentes;
- Realização de Manutenção Preventiva em equipamentos médicos como, bombas e seringas infusoras, incubadoras, desfibrilhadores, *dopplers*, monitores de sinais vitais e termómetros timpânicos;
- Adquirir conhecimentos relativos à gestão da execução de contratos de prestação de serviços de manutenção.

1.3 CRONOGRAMA DO ESTÁGIO

O estágio decorreu no ano letivo 2021/2022, e realizou-se no Hospital CUF Descobertas, ao cuidado da ATM - Manutenção Total, entre janeiro a junho de 2022. De janeiro a abril sob a supervisão do Engenheiro João Marques e posteriormente, até ao término do estágio sob a supervisão do Técnico Filipe Lima Costa e tendo como orientadora, a Professora Doutora Verónica Vasconcelos.

A Figura 1.1 apresenta um cronograma que ilustra as atividades desempenhadas e a sua duração, durante os 6 meses de estágio do ano de 2022.

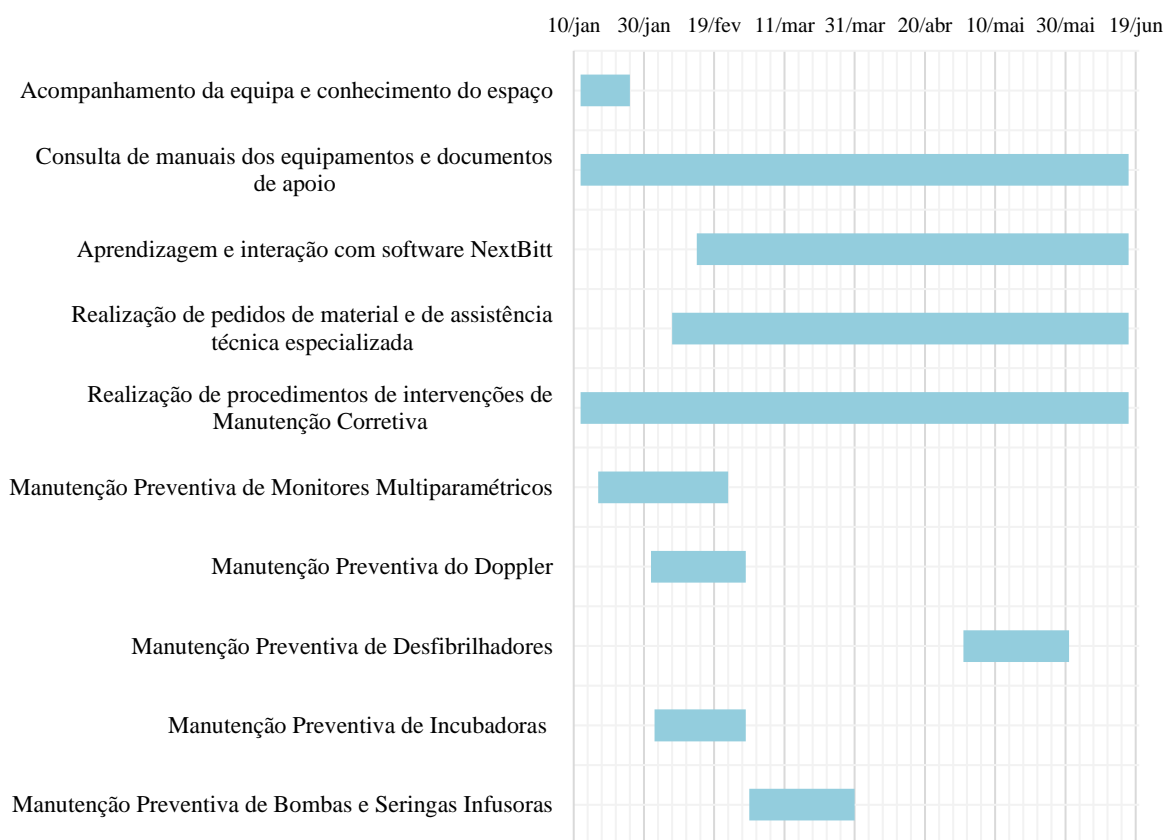


Figura 1.1 – Cronograma das atividades realizadas durante o estágio

1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este documento está estruturado em oito capítulos.

No Capítulo 1 é apresentada uma introdução do relatório, realizado o enquadramento, descritos os objetivos a alcançar no decorrer do estágio e é apresentada a empresa de acolhimento e uma pequena abordagem sobre a sua história, assim como o local onde decorreu o estágio.

O Capítulo 2 aborda conceitos relacionados com manutenção direcionada ao ambiente hospitalar, algumas definições sobre os tipos de manutenção e o ciclo de vida de um equipamento.

O Capítulo 3 faz referência às normas internacionais aplicadas em ambiente hospitalar de forma a obter informações relativas a conceitos normativos e de segurança.

No Capítulo 4 é realizado um enquadramento teórico sobre alguns conceitos de parâmetros associados a equipamentos médicos, para uma melhor perceção do funcionamento dos equipamentos que foram intervencionados no estágio.

No Capítulo 5 é apresentado o *software* de manutenção utilizado no estágio, o NextBitt, e uma análise comparativa entre *software* de gestão de manutenção no mercado.

No Capítulo 6 é realizada uma breve descrição dos equipamentos de testes específicos para os principais equipamentos utilizados no estágio assim como o seu procedimento e finalidade.

No Capítulo 7 são expostos casos práticos realizados no decorrer do estágio, nomeadamente manutenções corretivas. São apresentadas diversas avarias e possíveis soluções para a resolução das mesmas.

Por último, no Capítulo 8 são apresentadas as conclusões globais do estágio.

1.5 EMPRESA DE ACOLHIMENTO: ATM – MANUTENÇÃO TOTAL

Em 2005, a Efacec concretizou um conjunto de operações envolvendo sociedades que integravam o grupo José de Mello, nomeadamente a aquisição da ATM (Assistência Total em Manutenção), que fazia parte do universo de participações CUF, com o intuito de conferir maior dimensão ao negócio da manutenção. A Figura 1.2 representa o logotipo da empresa.

A ATM dispõe de equipas qualificadas e oferece um vasto serviço de manutenção e assistência no domínio da eletricidade, eletrónica médica e industrial, instrumentação, automação pneumática e hidráulica [1].



Figura 1.2 – Logotipo da empresa [1]

No sector de saúde a ATM apresenta uma oferta integrada e abrangente, com grande enfoque na experiência das suas equipas técnicas. Este é o operador privado de manutenção líder em Portugal neste segmento com um conceito *full service* de manutenção, equipamento médico, infraestruturas técnicas, dirigido a unidades de saúde públicas e privadas. As atividades na área da saúde englobam a instalação de sistemas e equipamentos, e respetiva manutenção, auditorias técnicas através do seu laboratório de ensaios (LABENS) e soluções de eficiência energética [2].

A subárea de equipamentos inclui tarefas como a manutenção preventiva e corretiva de equipamentos hospitalares. Desta forma, a ATM apresenta vários serviços de manutenção em equipamentos de:

- Monitorização;
- Sistemas de Infusão;
- Imagiologia;
- Ecografia;
- Ventilação;
- Medicina Física e Reabilitação;
- Instrumental Cirúrgico;

- Eletromecânica Médica;
- Cardiologia;
- Eletromedicina.

A sede da ATM – Total em Manutenção localiza-se na Rua Dom Luís I em Lisboa e possui uma sucursal na zona do Norte, mais especificamente na Maia, exibida na Figura 1.3 e Figura 1.4, respetivamente. No Barreiro tem também um centro operacional.



Figura 1.3 – Sede da ATM em Lisboa [3]



Figura 1.4 – Edifício sucursal da ATM na Maia [3]

1.6 HOSPITAL CUF DESCOBERTAS – INSTALAÇÕES DA ATM

Em 2001, o Hospital CUF Descobertas foi construído, configurando a saúde privada em Portugal com uma unidade inovadora altamente diferenciada, com todas as valências médicas estruturadas, assente num modelo de governação clínica com equipas dedicadas. Atualmente, é uma empresa reconhecida na prestação privada de saúde por continuar a inovar e a desenvolver um projeto clínico assente em medicina de especialização correspondendo à necessidade dos clientes [4].

O Hospital CUF Descobertas, exibido na Figura 1.5, está localizado na zona do Parque das Nações, em Lisboa. É das mais modernas e reconhecidas unidades hospitalares de Portugal que tem uma ampla oferta de diversas especialidades e cuidados de saúde como:

- Internamento
 - 161 camas distribuídas por quartos individuais e quartos duplos;
 - Bloco Cirúrgico Central com 5 salas;
 - Bloco de Partos com 3 salas;
 - Unidade de Cuidados Intensivos Polivalentes (UCIP);
 - Unidade de Cuidados Especiais ao Recém-Nascido (UCERN);
 - Bloco de Cirurgia Ambulatória com 2 salas;
 - 116 gabinetes de consultas de especialidade.



Figura 1.5 – Hospital CUF Descobertas [4]

O Hospital CUF Descobertas dispõe de meios de diagnóstico como, Análises Clínicas, Ecografia, Mamografia, Serviço de Imagiologia (Raio-X, Tomografia Computorizada e Ressonância Magnética), Medicina Nuclear e Tomografia por Emissão de Positrões (PET). Realiza exames de diversas especialidades, nomeadamente nas especialidades de: Cardiologia, Gastroenterologia, Ginecologia, Imuno-Alergologia, Neurofisiologia, Oftalmologia, Otorrinolaringologia, Pneumologia, Urologia e, possui tratamentos de Medicina Física e de Reabilitação, Quimioterapia e Radioterapia [4].

2 MANUTENÇÃO HOSPITALAR

Uma manutenção inapropriada em equipamentos médicos bem como, a sua instalação de forma inapropriada podem causar danos tanto para os utentes como para os profissionais de saúde, deste modo é importante que a manutenção seja planeada de forma cautelosa e respeitando todas as normas de segurança.

A prática de uma manutenção de forma correta dá confiança aos produtivos, estimula os técnicos a concentrarem-se no que é importante, abre novas oportunidades profissionais, melhora a segurança e contagia as outras funções [5]. Entende-se que a manutenção é um conjunto de intervenções e reparações necessárias para compensar a deterioração de peças e desgastes provocados pelos movimentos repetitivos ou por perda do bom funcionamento dos equipamentos. Assegurar estas operações a um custo global otimizado consiste numa boa manutenção [5].

Neste capítulo serão abordados os conceitos de manutenção, nomeadamente, a manutenção preventiva e corretiva, bem como a manutenibilidade e indicadores de manutenção.

2.1 GESTÃO DA MANUTENÇÃO

A manutenção é de extrema importância nos equipamentos para que haja um bom funcionamento durante a sua vida útil e garantir a segurança do utilizador. Segundo a norma NP EN 13306:2007 a manutenção é a “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que pode desempenhar a função requerida” [6].

Como referido, a manutenção tem como principal função acompanhar o ciclo de vida do equipamento, envolvendo ações corretivas, isto é, aquelas que não estão previstas acontecer e, ações preventivas planeadas com o objetivo de prolongar a vida útil do equipamento nas suas melhores condições. Para a realização destas manutenções é necessário a existência de uma gestão de manutenção bem estruturada, planeada e com objetivos delineados. O cumprimento destes procedimentos garante uma melhor organização da instituição, permite gerir e controlar aspetos económicos. Na Figura 2.1 encontra-se um esquema geral dos diferentes tipos de manutenções [6].

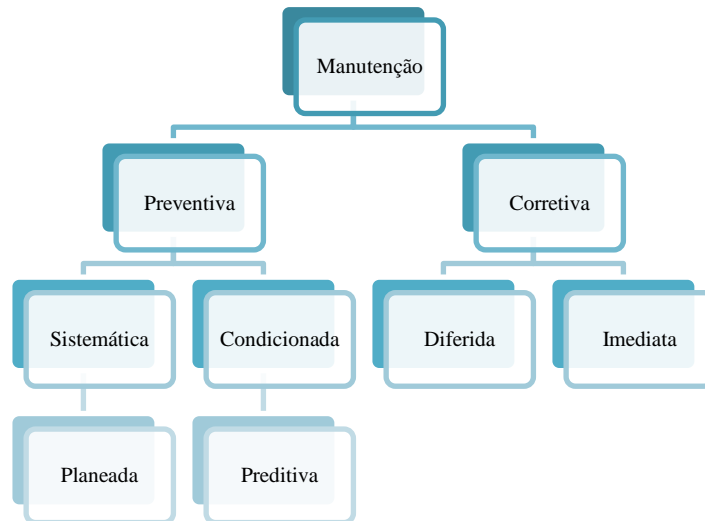


Figura 2.1 – Esquema de manutenção (adaptado) [6]

A gestão, no sentido lato da palavra, consiste num conjunto de decisões ponderadas e ações coordenadas para tornar as atividades de uma empresa eficientes e rentáveis, como mostra o esquema da Figura 2.2., bem como satisfazer, tanto quanto possível, as necessidades do consumidor. A gestão da manutenção insere-se neste conceito mais alargado à empresa ou serviço de gestão. Relativamente à gestão do serviço de manutenção esta é realizada sob a responsabilidade e orientação direta do chefe de serviço [7].

Dependendo da dimensão da empresa, devem ser tomadas decisões tendo em conta [7]:

- A realização de quadros objetivos com o intuito de dedicar tempo à análise crítica dos métodos existentes e ao seu desenvolvimento;
- Para a tomada de decisões é importante reuniões periódicas entre os responsáveis dos diferentes serviços de manutenção, sob a direção do chefe do serviço de manutenção;
- A existência de um ou mais adjuntos formados, encarregados de manter em dia o Quadro de Funcionamento do sistema de manutenção.

O Quadro de Funcionamento contém informações tratadas, analisadas e apresentadas de forma a caracterizar o estado e a evolução do serviço de manutenção. As informações podem aparecer classificadas e ordenadas por dados numéricos ou em percentagem, ou por gráficos de evolução e repartição.

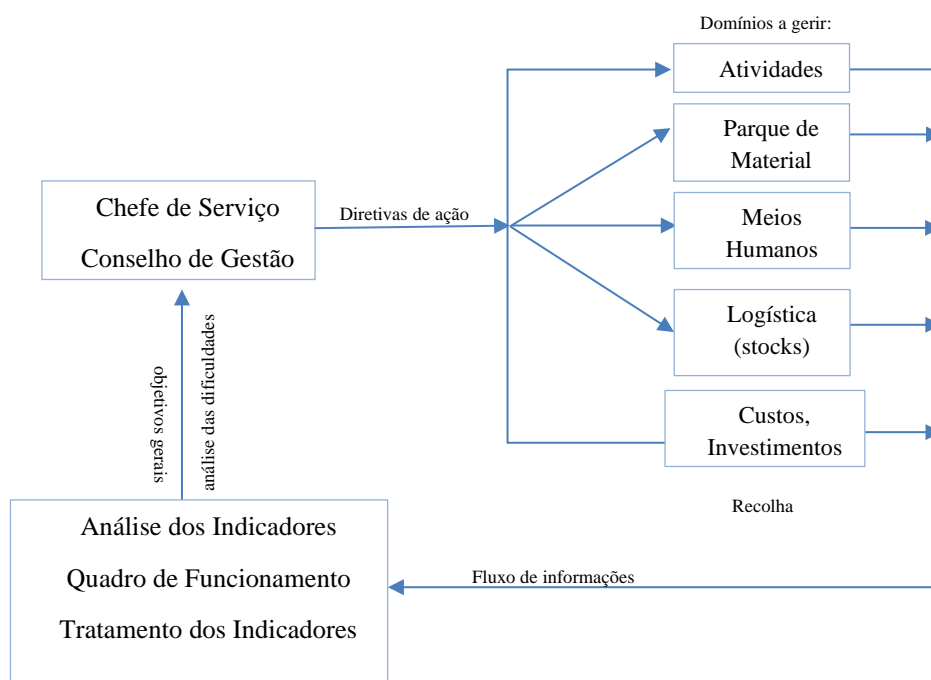


Figura 2.2 – Modelo Iterativo de Gestão (adaptado) [7]

2.1.1 MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Manutenção preventiva consiste em intervenções de tempo pré-definido com o objetivo de reduzir a probabilidade de falha ou degradação do equipamento. É realizada mesmo que o equipamento esteja em bom funcionamento. A manutenção preventiva pode ser sistemática que é realizada em intervalos de tempos pré-determinados ou quando é atingido um determinado número de unidades de utilização. Dependendo do equipamento e/ou bem, o representante deve analisar o período a realizar a manutenção e os custos para verificar se de facto a manutenção durante certos períodos evita a degradação do mesmo. Contudo, a manutenção preventiva também pode ser condicionada baseando-se na observação do equipamento bem como nas suas condições, na sua análise e intervenções de manutenção. A manutenção preventiva preditiva, é uma manutenção em que a decisão de intervenção é tomada no momento em que se deteta a falha [5].

2.1.2 MANUTENÇÃO CORRETIVA

Manutenção corretiva consiste em identificar e corrigir as falhas que surgem no equipamento com o objetivo de retomar o seu bom funcionamento. A manutenção corretiva pode ter duas vertentes: a diferida e a imediata. A diferida não é realizada assim que seja detetada a falha, contudo, a imediata é imediatamente realizada após se detetar a falha, a fim de evitar consequências irreversíveis [5].

Ainda na manutenção corretiva, existe também a manutenção curativa e a paliativa. A manutenção corretiva paliativa intervém quando é identificado o problema, tem como

objetivo reparar provisoriamente para restabelecer o uso do material antes de uma reparação ou manutenção preventiva. A manutenção curativa refere-se à reparação por completo do equipamento na sequência da identificação do problema sem que o processo seja interrompido.

2.1.3 MANUTENIBILIDADE E MANUTENÇÃO

A manutenibilidade tem como objetivo manter um equipamento ou sistema em condições operacionais, enquanto a manutenção constitui um conjunto de intervenções, com o objetivo de repor o equipamento ou sistema com falhas nas condições operacionais [8].

Existe um compromisso entre fiabilidade e manutenibilidade. A fiabilidade, sendo o resultado, tanto da conceção e modo de fabrico do equipamento ou sistema, como também das condições de carga e ambiente em que a sua operação se desenvolve, vai indicar a frequência de falhas que ocorrem. Ainda assim, se o equipamento apresenta boas características de manutenibilidade, consequentemente, diminui as falhas e se ocorrem serão mais fáceis de resolver tendo consequências mínimas. No entanto, mesmo que o sistema seja altamente fiável, mas, por este ter insuficientes características de manutenibilidade, eventualmente irão ocorrer mais falhas e as consequências poderão ser irreversíveis [8].

A manutenibilidade, sendo um parâmetro do *design* do sistema ou equipamento, pode ser expressa em termos de [8]:

- **Frequência de manutenção:** probabilidade de um sistema não necessitar de manutenção mais do que x vezes num certo período, quando é operado em condições preestabelecidas;
- **Tempo de manutenção:** probabilidade de um sistema ser recuperado até t períodos (normalmente horas de trabalho) quando a manutenção é realizada em condições preestabelecidas de procedimentos e de recursos;
- **Custo de manutenção:** probabilidade do custo da manutenção de um sistema não exceder y euros num certo período, quando é operado e mantido em condições preestabelecidas.

O tempo de manutenção é o indicador mais utilizado. No entanto, existem várias medidas do tempo, sendo as mais comuns:

- Tempo médio de manutenção corretiva;
- Tempo médio de manutenção preventiva;
- Tempo médio entre as manutenções;
- Tempo médio entre substituições.

2.1.4 INDICADORES TEÓRICOS DE MANUTENÇÃO

Os indicadores são auxiliares da decisão, têm como objetivo orientar, propor, planejar, diagnosticar, corrigir ou melhorar [7]. Estes permitem realizar uma análise comparativa no tempo medindo a eficácia das ações tomadas relativamente à manutenção.

Taxa de avarias

A taxa de avarias (λ) exprime o número de avarias (N_{av}) por unidade de utilização. Para evitar números pequenos e poucos sugestivos exprime-se a taxa de avarias em número avarias/1000 horas. A taxa de avarias de um equipamento é expressa pela Equação 1, sendo N_{av} o número de avarias no período de análise e TF tempo total de funcionamento [5].

$$\lambda = \frac{N_{av}}{TF} \times 1000 \quad (1)$$

Tempo médio entre avarias

O tempo médio entre avarias (*Mean Time Between Failures* – MTBF) exprime o tempo médio de bom funcionamento, isto é, o tempo que decorre, em média, entre duas avarias consecutivas.

Os tempos de funcionamento e de reparação, decorrem entre o início de uma reparação e o início da próxima, como representa a Figura 2.3, o tempo B a D é igual à soma entre o tempo de reparação (TR1) e o tempo que decorre entre o fim da última reparação e o início da próxima (TF2) [5].



Figura 2.3 – Tempos de funcionamento e de reparação (adaptado) [5]

O cálculo do MTBF requer um conhecimento do tempo diário de funcionamento do equipamento e um valor aproximado do número de avarias que ocorreram num período, ou seja, para um determinado período de tempo o MTBF é determinado pela Equação 2 [5]:

$$MTBF = \sum \frac{TF_i}{N_{av}} \quad (2)$$

Sendo TF_i os tempos de funcionamento no período i e o N_{av} o número de avarias em igual.

Segundo José Cabral [5] “como indicador de mérito o MTBF só tem verdadeiramente significado para o ciclo de vida do equipamento e é igual ao inverso da taxa de avarias; para um período de análise suficientemente longo pode utilizar-se para a gestão aceitando-se a relação:” expressa pela Equação 3:

$$MTBF \approx 1/\lambda \quad (3)$$

Tempo médio de reparação

O tempo médio de reparação (*Mean Time To Repair ou Replace – MTTR*) ou, o tempo médio de manutenção corretiva visto que são tempos dedicados às intervenções no decorrer da manutenção corretiva, é igual à média aritmética dos tempos de realização de atividades presentes no esquema da Figura 2.4, sobre o número de avarias no período, como expressa a Equação 4. Sempre que um sistema ou equipamento apresenta falhas é necessário realizar algumas atividades para que o mesmo volte à sua condição inicial, que mantenha o seu funcionamento e que fique operacional. Essas atividades consistem na deteção da falha, identificação, substituição ou reparação dos itens que apresentam falha, entre muitas outras [8].

$$MTTR = \sum \frac{TR_i}{Nav} \quad (4)$$

Sendo o TR_i o tempo de reparação no período e o Nav o número de avarias no período.

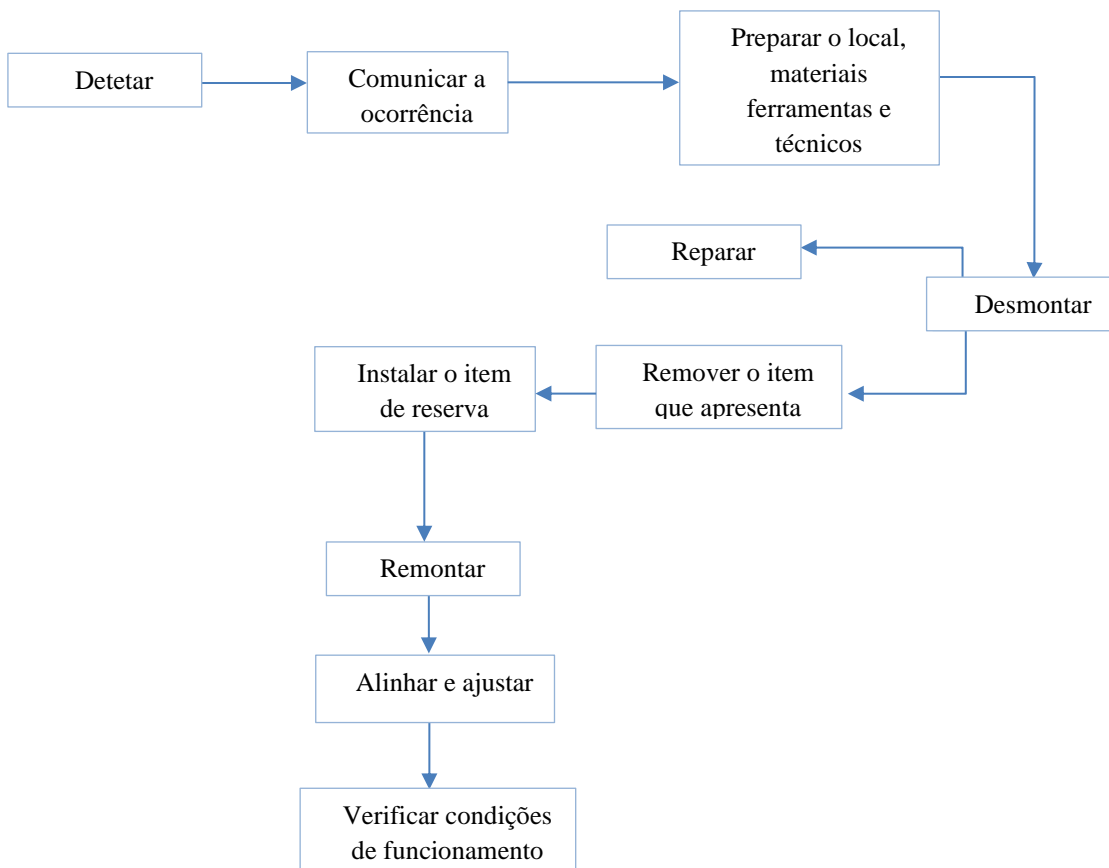


Figura 2.4 – Ciclo da manutenção corretiva [8]

Quando um equipamento está inativo devido a falhas, é importante referir que o tempo de inatividade não depende apenas do tempo ativo de reparação (*Maintenance Downtime – MDT*) mas também de tempos administrativos (*Administrative Delay Time – ADT*) e de logística (*Logistics Delay Time – LDT*), os quais são habitualmente superiores ao tempo de reparação do equipamento. Assim, o tempo que o equipamento está inativo será a soma dos tempos de reparação, administração e de logística como representa a Equação 5 [8].

$$MDT = MTTR + ADT + LDT \quad (5)$$

Um outro indicador importante sobre as condições de atendimento do serviço de manutenção às situações de avaria é o tempo médio de espera (*Mean Wating Time – MWT*), representada pela Equação 6:

$$MWT = \sum \frac{TR_i}{Nav} \quad (6)$$

Sendo o TR_i os tempos de reparação no período e o Nav o número de avarias no período.

Tempo médio de manutenção preventiva

O tempo médio de manutenção preventiva (M_{mp}) refere-se ao tempo despendido com as intervenções efetuadas para manter o equipamento ou sistema nas condições operacionais e manter o seu desempenho. Estas intervenções incluem substituições de itens planeados, calibrações e verificações gerais. A manutenção preventiva pode decorrer enquanto o equipamento está em funcionamento ou não [8].

O tempo médio de manutenção preventiva (M_{mp}) é calculado através da Equação 7:

$$M_{mp} = \frac{\sum_1^N f(i) \times M_{mpi}}{\sum_1^N f(i)} \quad (7)$$

Sendo o $f(i)$ a frequência absoluta simples das intervenções de manutenção preventiva junto do componente i num certo período.

Comparativamente com MTTR, os tempos administrativos e de logística não devem estar incluídos neste indicador.

Tempo médio entre manutenções

O tempo médio entre manutenções (*Mean Time To Maintenance – MTTM*) é calculado a partir de todos os tempos de ações de manutenção corretiva e preventiva, e é calculado pela Equação 8:

$$MTTM = \frac{1}{\frac{1}{MTTM_{mc}} + \frac{1}{MTTM_{mp}}} \quad (8)$$

Sendo o tempo médio entre duas intervenções de manutenção corretiva o $MTTM_{mc}$, e o tempo médio entre duas intervenções de manutenção preventiva o $MTTM_{mp}$.

Um indicador importante para a gestão de *stock* é o tempo médio entre substituições (*Mean Time To Replacement – MTTR*), no decorrer das manutenções, tanto preventiva como corretiva, pode ser necessário ou não a substituição de peças e este indicador é decisivo para o suporte logístico da manutenção [8].

Disponibilidade

Um dos indicadores importante de realçar é a disponibilidade, pois esta indica o tempo em que o equipamento está disponível para a operação. Na manutenção a disponibilidade expressa-se teoricamente através da razão entre o tempo de funcionamento e o tempo total, como representando pela Equação 9 [5]:

$$Disponibilidade = \sum \frac{TF_i}{TF_i + TR_i + TE_i} \quad (9)$$

Em que o TF_i é o tempo de funcionamento no período, o TR_i tempo de reparação no período e o TE_i tempo de espera no período.

Na prática, pode-se distinguir entre uma disponibilidade teórica como expressa na Equação 9 e uma disponibilidade prática, ao dividir ambos os termos da expressão anterior pelo número de avarias assume uma forma mais prática, ficando a disponibilidade expressa pela Equação 10:

$$Disponibilidade = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MWT} \quad (10)$$

Sendo o MTBF o tempo médio entre avarias, MTTR tempo médio de reparação e o MWT o tempo médio de espera.

Observando a última expressão é perceptível que aumentando o tempo de bom funcionamento (MTBF) consequentemente diminui os tempos de reparação (MTTR) e tempos de espera (MWT).

A Figura 2.5 apresenta os tempos para cálculo dos indicadores de gestão da manutenção

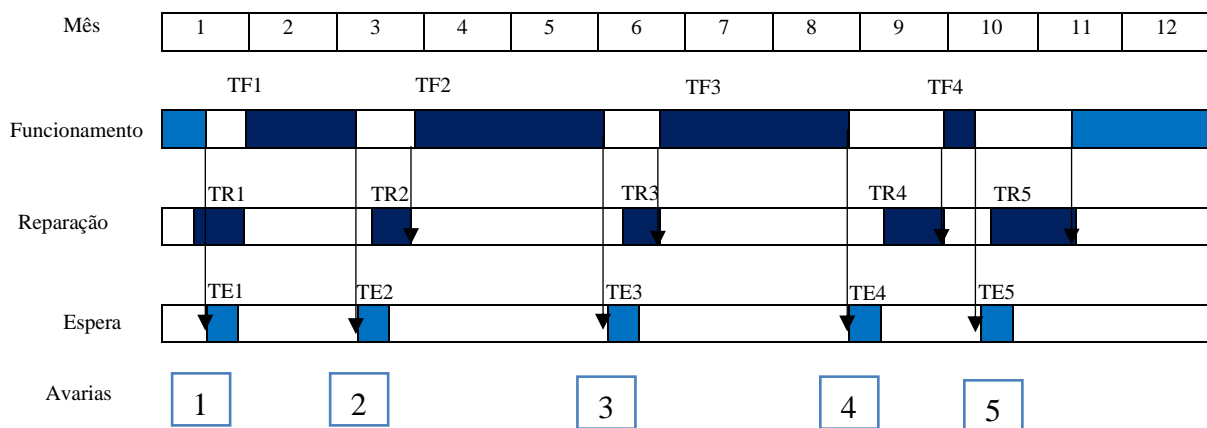


Figura 2.5 – Tempos para cálculo dos indicadores de gestão da manutenção (adaptado) [5]

2.2 CICLO DE VIDA DO EQUIPAMENTO

A principal funcionalidade de um equipamento médico é manter um bom funcionamento ao executar as suas funções, para realizar um bom diagnóstico e/ou tratamento.

Numa fase inicial, existe uma elevada probabilidade de avarias que, eventualmente, surgem de falhas na conceção e fabrico do equipamento. Por isso, na primeira fase de vida do equipamento, é realizada a manutenção corretiva. Com o decorrer do tempo, a probabilidade de avarias vai diminuindo até se manter praticamente constante, e consequentemente, implementam-se planos de manutenção preventiva. Após determinado número de utilizações o equipamento começa a degradar-se aumentando a taxa de avarias, sendo aplicada a manutenção paliativa para que o bom funcionamento do mesmo se mantenha por um período de tempo mais alargado. A Figura 2.6 exibe um gráfico que representa a taxa de avarias em função do tempo e o tipo de manutenções que devem ser realizadas.

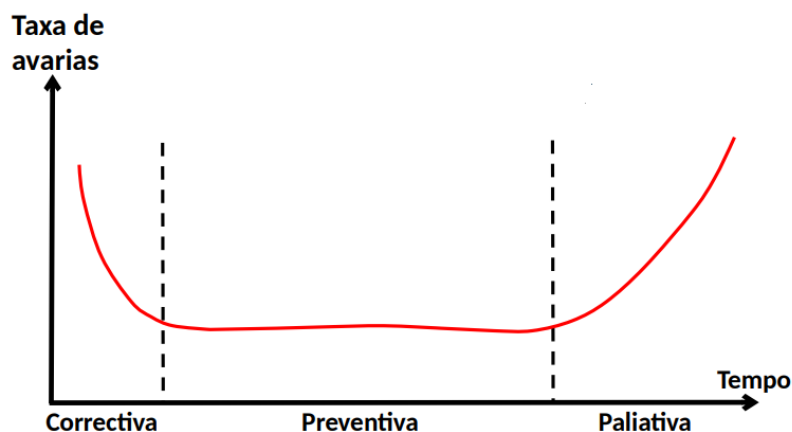


Figura 2.6 – Taxa de avarias em função do tempo de um equipamento médico (adaptado)

[9]

3 NORMAS APLICADAS EM AMBIENTE HOSPITALAR

Neste capítulo são apresentadas as principais organizações responsáveis pela elaboração dos princípios normativos, assim como as normas aplicadas em ambiente hospitalar relacionadas com os equipamentos intervencionados ao longo do estágio, bem como as normas de segurança geral e elétrica, e de gestão de risco.

Atualmente, a sociedade presta mais atenção e valoriza a qualidade e segurança dos produtos e serviços que consome. As normas internacionais procuram garantir a segurança e qualidade dos mesmos, dando ao consumidor confiança e segurança por um produto ou serviço estar em conformidade com as normas vigentes [10].

3.1 ORGANIZAÇÕES RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DOS PRINCÍPIOS NORMATIVOS

As organizações mais relevantes e responsáveis pelas normas mencionadas neste relatório foram as seguintes:

- **Instituto Português de Qualidade (IPQ):** tem como principal missão a coordenação do Sistema Português da Qualidade (SPQ), a promoção e a coordenação de outros sistemas de qualificação regulamentar. É também a entidade responsável pela realização de novas normas adaptadas a Portugal em concordância com as normas internacionais.
- ***International Electrotechnical Commission (IEC):*** é uma organização mundial que prepara e publica normas e padrões internacionais nas áreas de eletrónica, eletricidade e tecnologias relacionadas com estas, com o objetivo de garantir a segurança, eficiência e confiabilidade. O Instituto Português de Qualidade (IPQ) é o membro que representa Portugal nesta organização [11].
- ***International Organization for Standardization (ISO):*** é uma organização internacional não governamental e independente, que inclui 167 membros de organismos nacionais, um por cada país. No caso de Portugal, a Comissão Eletrotécnica Portuguesa (CEP), criada em 1929, foi a primeira instituição nacional dedicada às atividades de normalização. Atualmente o membro que representa Portugal é o IPQ. A ISO reúne especialistas de cada membro dos organismos nacionais e partilham conhecimentos baseados no consenso para a elaboração das normas internacionais onde apoiam a inovação e fornecem soluções para problemas globais [12].
- ***American National Standards Institute (ANSI):*** esta organização identifica e desenvolve soluções baseadas em padrões em conformidade com as prioridades

nacionais e globais com o objetivo de garantir a saúde e segurança dos consumidores, bem como aumentar a eficiência e a confiança dos mesmos [13].

- **Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI):** lidera a colaboração global no desenvolvimento e utilização de tecnologias de saúde segura e eficaz. Tem como principal missão melhorar a segurança do paciente e utilização segura da tecnologia de saúde [14].
- **National Sanitation Foundation (NFS):** organização responsável pelo desenvolvimento de normas de saúde pública e programas de certificação que auxilia na proteção dos alimentos, da água e dos produtos consumidos, assim como do meio ambiente [15].

3.2 NORMAS GERAIS PARA MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS E SEGURANÇA ELÉTRICA

Para a implementação de serviços de manutenção é preciso seguir normas consoante o tipo de manutenção a aplicar em determinados equipamentos. Para isso, existem determinadas normas que se têm de respeitar e seguir para a execução de serviços. De seguida são apresentadas as normas aplicadas em equipamentos hospitalares.

3.2.1 NORMA IEC 60601-1:2005

A norma IEC 60601-1:2005, “*Medical electrical equipment – Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*”, possui edições mais recentes, no entanto será analisada a que foi publicada no ano de 2005 por ser a edição à qual se teve acesso. Esta norma aplica-se à segurança básica e ao desempenho essencial de equipamentos e sistemas Elétricos Médicos (EM) e tem como objetivo especificar requisitos gerais e servir como base para normas particulares. Para determinados equipamentos EM foram contemplados ou modificados os requisitos desta norma, estando essas alterações especificadas nas normas colaterais ou particulares. Estas são sempre utilizadas simultaneamente com a Norma Geral (IEC 60601-1) [16].

É uma das normas mais importantes em ambiente hospitalar, sendo obrigatória nos equipamentos de teste utilizados durante a manutenção de equipamentos médicos, para assegurar a segurança elétrica na utilização dos mesmos.

Em seguida, são apresentadas terminologias e definições presentes na norma IEC 60601-1:2005, para uma melhor perceção de alguns conceitos e melhor compreensão da sua aplicabilidade.

- **Acessório:** parte adicional para utilizar com o equipamento de modo a ser usado especificamente, adaptá-lo para uma utilização específica, facilitar o seu uso,

melhorar o desempenho ou permitir que as suas funções sejam integradas com outros equipamentos;

- **Documento Acompanhante:** documento que acompanha o equipamento e sistema EM e que possui informações para o operador ou organização responsável relativamente à segurança básica e desempenho essencial;
- **Desempenho essencial:** em caso de falha ou avaria do funcionamento do equipamento ou sistema EM, resulta num risco inaceitável para o operador ou paciente;
- **Utilização Destinada:** utilização de um produto, processo ou serviço segundo especificações, instruções e informações pelo fabricante;
- **Fabricante:** indivíduo ou indivíduos responsáveis pelo fabrico e embalamento do equipamento EM montagem do sistema EM, ou adaptação do equipamento ou sistema EM, independentemente do facto dessas aplicações serem realizadas por esses indivíduos ou terceiros sob a sua supervisão;
- **Paciente:** ser-vivo (indivíduo ou animal) submetido a intervenções cirúrgicas, procedimentos médicos ou odontológico;
- **Conexão ao Paciente/Parte Aplicada:** parte do EM em condição de uso normal que está em contacto com o paciente para que o equipamento ou sistema EM realize a sua função;
- **Equipamento Elétrico Médico:** parte do equipamento elétrico ou que transfere/deteta energia transferida de ou para o paciente, e que seja:
 - fornecido apenas com uma ligação a uma fonte de energia elétrica específica.
 - destinado pelo seu fabricante para ser utilizado para:
 - diagnóstico, tratamento, ou monitorização do paciente;
 - compensação ou alívio de doença ou incapacidade;
- **Sistema Elétrico Médico:** combinação, consoante as especificações do fabricante, de itens de equipamentos, dos quais pelo menos um equipamento EM é interligado através de conexões funcionais ou por uso de tomadas múltiplas.

Em seguida são apresentados os requisitos gerais necessários para que o equipamento ou sistema EM estejam de acordo com a norma IEC 60601-1. É apresentada a sua classificação, os requisitos gerais para a segurança básica e o desempenho do equipamento e sistema EM, identificação, etiquetagem e documentos do equipamento EM, bem como a proteção de equipamentos EM contra diversos perigos [16].

3.2.1.1 CLASSIFICAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS EM E SISTEMAS EM

A classificação dos equipamentos EM e sistemas EM é feita de acordo com a proteção contra os choques elétricos, e pertencem à Classe I ou Classe II, sendo elas:

- **Classe I:** a proteção contra os choques elétricos não se baseia apenas no isolamento básico, mas também, inclui uma precaução adicional de segurança, através da ligação de partes acessíveis ou internas de metal, a um condutor de proteção ligado à terra;
- **Classe II:** a proteção contra choques elétricos não garante apenas o isolamento básico, existe precaução adicional, como o isolamento duplo ou isolamento reforçado não tendo ligações à terra ou condições de instalações.

As partes aplicadas dos Equipamentos EM são classificados como:

- **Tipo B:** partes aplicadas do tipo F (parte aplicada em que as conexões com o paciente estão isoladas das outras partes do equipamento EM), que fornece proteção contra os choques elétricos conforme os requisitos da norma IEC 60601-1, considerando nomeadamente, a corrente de fuga através do paciente e corrente auxiliar através do paciente;
- **Tipo BF:** partes aplicadas do tipo F que fornece um maior grau de proteção contra choques elétricos comparativamente ao do tipo B, e cumpre os requisitos específicos desta norma.
- **Tipo CF:** partes aplicadas do tipo F que fornece um maior grau de proteção contra os choques elétricos comparativamente com o tipo BF, e cumpre os requisitos da norma.

3.2.1.2 REQUISITOS GERAIS

O primeiro requisito abordado será a gestão de risco, é referido que o processo deve ser executado de acordo com a norma ISO 14971, que será apresentada ao longo do relatório. O fabricante é o responsável pela construção do equipamento EM, identifica e garante as funcionalidades do equipamento ou sistema EM para que os mesmos efetuem a sua função de forma adequada, considerando os possíveis riscos associados à sua utilização comparando-o com os benefícios. O processo de gestão de risco deve incluir uma avaliação de qualquer parte do equipamento EM que possa entrar em contacto com o paciente, mas que esteja excluído da definição de partes aplicadas, no entanto, estas partes são sujeitas aos requisitos para partes aplicadas.

A vida útil esperada do Equipamento EM ou Sistema EM deve ser especificado pelo fabricante, bem como, o seu desempenho essencial identificando as funções que o equipamento deve realizar. Caso o fabricante decida aplicar meios alternativos aos meios para

enfrentar riscos específicos exigidos pela norma IEC 60601-1, deve justificar que os riscos residuais que resultam da aplicação dos meios alternativos são iguais ou inferiores que os que resultam da aplicação dos requisitos desta norma.

Os componentes do equipamento EM, incluindo ligações, cuja falha pode originar uma situação de perigo deve ser utilizada em concordância com os seus valores especificados, salvo exceções identificadas pela norma IEC 60601-1 ou pelo processo de gestão de risco. A fiabilidade dos componentes que são utilizados como meio de proteção deve ser averiguada conforme as condições de uso do equipamento EM.

O equipamento EM deve ser adaptado para se ligar à rede elétrica, ou seja, a uma fonte de energia que não pertença ao equipamento EM, ser especificado para ligação a uma fonte de alimentação externa ou ser alimentado por uma fonte de alimentação externa. Outra possibilidade seria utilizar uma combinação dessas fontes.

3.2.1.3 REQUISITOS GERAIS PARA TESTES EM EQUIPAMENTO EM

Os testes descritos na norma IEC 60601-1 são testes padronizados onde são tidos em consideração os processos de gestão de risco e os requisitos gerais. Os testes não devem ser repetidos, a não ser que seja especificado nesta norma.

Relativamente a reparações ou modificações, se existir essa necessidade após uma falha no decorrer dos testes, o laboratório de ensaio e o fornecedor do equipamento EM podem concordar em optar por apresentar uma nova amostra ou efetuar as reparações ou modificações necessárias e repetir os testes apropriados.

Caso não seja estabelecido pela norma, os testes realizados seguem uma sequência de modo a não influenciar os testes seguintes a realizar.

3.2.1.4 IDENTIFICAÇÃO, ETIQUETAGEM E DOCUMENTOS DE EQUIPAMENTOS EM

O equipamento EM e seus componentes devem ser etiquetados e registados com o nome e a marca do seu fabricante, com uma referência de modelo ou tipo, caso a falta de identificação não cause um risco inaceitável. Nos acessórios deve proceder-se da mesma forma que os equipamentos e os seus componentes, ou seja, registados com a marca do seu fabricante ou fornecedor com uma referência de modelo ou tipo, contudo, caso não seja possível, estes podem ser identificados nas embalagens individuais. O tipo de alimentação/bateria bem como a sua inserção deve estar corretamente identificada com os símbolos abaixo referidos. A Tabela 1 exhibe os símbolos gerais, a Tabela 2 os símbolos de segurança e a Tabela 3 os códigos gerais.

Tabela 1 – Símbolos gerais (adaptado de [16])

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Corrente alternada		“ON/OFF”(push button)
	Corrente alternada trifásica		“ON” para parte do equipamento
	Corrente alternada trifásica com condutor neutro		“OFF” para parte do equipamento
	Corrente contínua		Paragem de emergência
	Corrente contínua e alternada		Parte aplicada do tipo B
	Terra (protetiva)		Parte aplicada do tipo BF
	Terra		Parte aplicada do tipo CF
	Equipotencialidade		Equipamento de categoria AP
	Equipamento de classe II		Equipamento de categoria APG
	Cuidado		Tensão perigosa
	Instruções de operação		Parte aplicada do tipo B à prova de desfibrilhação
	“ON” (ligar)		Parte aplicada do tipo BF à prova de desfibrilhação
	“OFF” (ligar)		Parte aplicada do tipo CF à prova de desfibrilhação
	“ON/OFF” (“push-push”)		Não reutilizável

Tabela 2 – Sinais de Segurança (adaptado de [16])











Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	<i>Template</i> para construir um sinal de atenção. Nota: o fundo deve ser amarelo, banda triangular preta e símbolo ou texto preto.		Proibido sentar
	Sinal de atenção geral		Proibido pisar
	Atenção: tensão perigosa		<i>Template</i> para construção de um sinal de ação obrigatória. Nota: o fundo deve ser azul e símbolo ou texto branco.
	Sinal de proibição geral e <i>Template</i> para construir um sinal de proibição. Nota: o fundo deve ser branco, banda circular vermelha e símbolo ou texto		Sinal geral de ação obrigatória
	Proibido empurrar		Seguir instruções de operação

Tabela 3 – Códigos gerais (adaptado de [16])

Símbolo	Significado
N	Ponto de conexão ao condutor do neutro num equipamento instalado permanentemente
IPN₁N₂	<p>N₁ = 0 Não protegido</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Protegido contra objetos sólidos estranhos de 50 mm Ø ou maior 2 Protegido contra objetos sólidos estranhos de 12,5 mm Ø ou maior 3 Protegido contra objetos sólidos estranhos de 12,5 mm Ø ou maior 4 Protegido contra objetos sólidos estranhos de 1,0 mm Ø ou maior 5 Protegido contra poeira 6 À prova de poeira <p>N₂ = 0 Não protegido</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Proteção contra gotas de água que caem verticalmente 2 Proteção contra gotas de água que caem verticalmente, quando o invólucro está inclinado 15° 3 Protegido contra pulverização de água 4 Protegido contra salpicos de água 5 Protegido contra jatos de água 6 Protegido contra potentes jatos de água 7 Protegido contra os efeitos de imersão temporária em água 8 Protegido contra efeitos de imersão contínua na água <p>Nota: Quando as características numerais não são especificadas são substituídas pela letra “X”.</p>

Os condutores são identificados por uma cor específica, usualmente o condutor neutro é azul e o da terra e as suas conexões são amarelo e verde. A Tabela 4 apresenta os indicadores luminosos e o seu significado.

Tabela 4 – Cores dos indicadores e o seu significado (adaptado de [16])

Cor	Significado
Vermelho	Atenção – necessária uma resposta imediata por parte do operador
Amarelo	Cuidado – necessária uma resposta rápida por parte do operador
Verde	Pronto para uso
Qualquer outra cor	Significado diferente sem ser vermelho, amarelo ou verde.

3.2.2 NORMA ISO 9000

A família das normas ISO 9000 aborda vários conceitos fundamentais como a qualidade e sistema de gestão de qualidade. Esta norma é fundamental para orientar empresas ou organizações que pretendam que o seu produto garanta uma segurança e qualidade e que estejam em conformidade com os requisitos dos clientes.

O princípio de gestão da qualidade tem como principal função o foco no cliente de modo a atender as suas necessidades e manter ou superar as expectativas do mesmo. Alguns dos principais potenciais benefícios são o aumento do valor para o cliente e a sua satisfação, melhoria da fidelidade do cliente e da sua reputação como organização, aumento dos negócios, da receita e da participação no mercado [17].

As principais normas da família ISO 9000 são [18]:

- ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulários;
- ISO 9001:2015 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos;
- ISO 9004:2018 Gestão da qualidade – Qualidade de uma organização, orientação para alcançar o sucesso sustentado;
- ISO/TS 9002:2016 Sistemas de Gestão da qualidade – Diretrizes para aplicar a ISO 9001:2015.

3.2.2.1 NORMA ISO 9001

A norma ISO 9001 certifica os Sistemas de Gestão da Qualidade e define os requisitos para a implantação do sistema. Sendo uma das mais utilizadas em meio hospitalar, consequentemente é uma das que se destaca de entre a família das normas ISO 9000. O foco está no cliente e na sua confiança. Os seus produtos e serviços são criados de modo repetitivo e consistente de modo a ter a qualidade definido por ele. Todas as empresas que se certifiquem segundo esta norma, terão competência para utilizar a ferramenta de qualidade: o Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) que significa, em português, planejar, fazer, verificar e agir [19].

A ATM – Manutenção Total utiliza esta norma, exibindo ao cliente, neste caso ao Grupo José de Mello, que a prestação dos seus serviços está em conformidade com a norma e garante a qualidade e a consistência dos serviços prestados.

Existem oito princípios de qualidade que esta norma tem em consideração, sendo elas [19]:

- **Foco no Cliente:** o trabalho executado pelos funcionários deve ter em consideração a forma como trata os clientes, deve ser satisfatória e agradável, pois sem eles a empresa não obteria a sua fidelização;
- **Liderança:** a empresa deve ser sólida e manter-se atualizada no seu ramo de atuação. Do mesmo modo, a organização deve oferecer as ferramentas necessárias para que os liderados executem os processos com eficácia;
- **Abordagem de Processo:** é a relação entre funcionários e as tarefas executadas na empresa, além da relação entre a entrada e saída desses processos e a oferta de recursos para que a atividade seja bem-sucedida;
- **Envolvimento das Pessoas:** um dos principais recursos da empresa é a equipa de trabalho conforme está explícito no conceito de Gestão e Qualidade;
- **Melhoria Contínua:** para que os processos realizados apresentem a qualidade pretendida, a equipa tem que ter formação adequada e manter-se atualizada;
- **Abordagem Factual para Tomada de Decisões:** através de indicadores, das auditorias e análises realizadas através do Sistema de Gestão da Qualidade, os gestores verificam as oportunidades e desafios da empresa de modo de tomar decisões de forma a auxiliar a melhoria dos produtos e serviços prestados;
- **Benefícios Mútuos nas Relações com os Fornecedores:** tanto funcionários, como fornecedores, estabelecem uma relação de parceria com a empresa. Desta forma, os prazos de entrega e preços contribuem para a qualidade dos produtos e serviços.

3.2.3 NORMA IEC 62353

A norma IEC 62353:2014 “*Medical electrical equipment – Recurrent test and test after repair of medical electrical equipment*” é uma segunda edição publicada em 2014 que veio substituir a primeira edição publicada em 2007. A análise efetuada em seguida refere-se à primeira edição, IEC 62353:2007, por esta ser a versão à qual se teve acesso.

A norma IEC 62353:2007 aplica-se a testes de equipamentos EM e sistemas EM que estão de acordo com a norma IEC 60601-1. Para equipamentos que não foram construídos de acordo com os requisitos da norma IEC 60601-1, esta pode ser utilizada tendo em consideração as normas de segurança do projeto e as informações presentes no manual de instruções do equipamento. A norma não define requisitos para reparo, troca de componentes e modificação de equipamentos EM ou sistemas EM. O equipamento deve ser testado e os resultados adquiridos devem ser registados, assim como o método de medida, para quando se efetuarem futuras medições servir como referência. Este procedimento deve ser efetuado antes da primeira utilização do equipamento seja ele novo ou modificado. Todas as manutenções, inspeções e reparações devem estar de acordo com as instruções do fabricante para manter a conformidade do padrão utilizado para o projeto do equipamento [20].

A norma IEC 62353 garante a segurança do equipamento médico em operação, minimizando os riscos durante a execução dos testes.

3.2.4 NORMA ISO 14971:2007

A norma ISO 14971:2007 “*Medical devices – Application of risk management to medical devices*” especifica o processo para um fabricante identificar os riscos associados aos dispositivos médicos, incluindo os dispositivos médicos de diagnóstico. Esta norma aborda processos de gestão de riscos, principalmente para o paciente, mas também para o operador ou equipamento. É aceite que o conceito de risco tenha duas componentes [21]:

1. Probabilidade de ocorrência de danos;
2. Consequências desse dano, ou seja, o quão grave pode ser.

Esta norma trata do processo de gestão de risco, a Figura 3.1 representa um esquema (adaptado) da norma ISO 14971, com base nos elementos individuais da gestão de risco e atividades de gestão de risco conforme o equipamento médico.

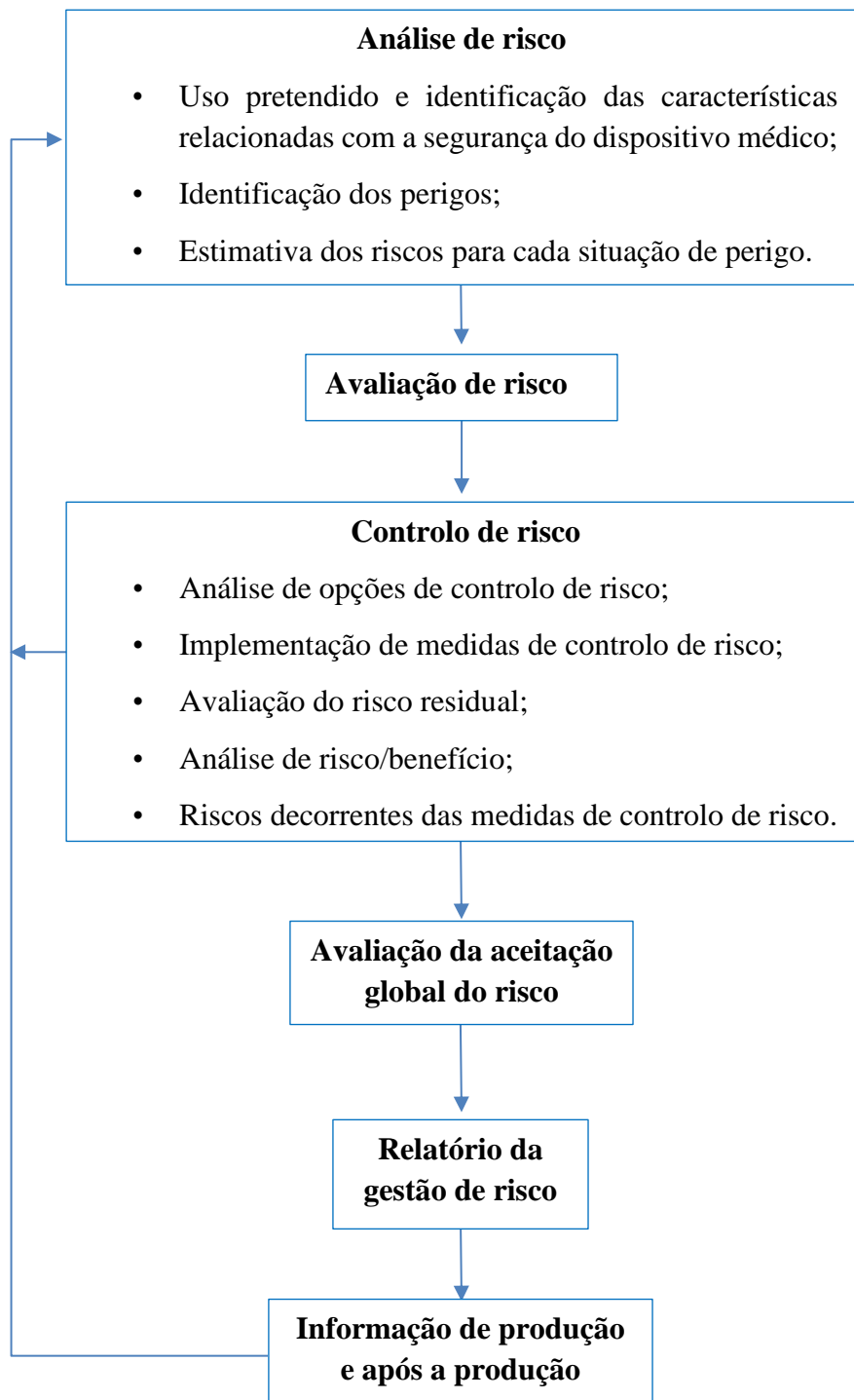


Figura 3.1 – Esquema do Processo de Gestão de Risco (adaptado) [21]

3.2.4.1 ANÁLISE DE RISCO

A análise de risco deve ser realizada para o dispositivo médico específico, a implementação das atividades planejadas, e os resultados dessa análise de risco devem ser registados nos ficheiros de gestão de risco. O resultado da análise de risco deve incluir, pelo menos, a descrição e identificação do dispositivo médico analisado, identificação do(s) indivíduo(s) e da organização que realizou a análise de risco, bem como a data da análise de risco.

O fabricante deve documentar e identificar as características qualitativas e quantitativas que possam afetar a segurança do dispositivo médico específico e, se for necessário, definir os seus limites. Toda esta informação deve estar registada no processo de gestão de risco.

3.2.4.2 CONTROLO DE RISCO

O fabricante deve identificar as medidas de controlo de risco adequadas para reduzir os riscos para um nível aceitável. As medidas de controlo de risco podem reduzir a gravidade do dano ou reduzir a probabilidade da sua ocorrência de danos, ou ambos.

Após as medidas de controlo serem aplicadas, qualquer risco residual deve ser avaliado. Caso o risco residual seja considerado aceitável, o fabricante decide quais os riscos residuais a divulgar e quais as informações necessárias para incluir nos documentos anexados a divulgar esses mesmos riscos. É importante os consumidores ao tomar uma decisão estejam seguros dos prováveis riscos residuais, bem como dos benefícios resultantes dessa tomada de decisão. Contudo, apenas quando forem descartáveis todas as outras opções, se opta pelo método da informação da segurança pois este só informa que ações devem ser tomadas para evitar o risco.

4 CONCEITOS GERAIS E PARÂMETROS ASSOCIADOS A EQUIPAMENTOS MÉDICOS

Em ambiente hospitalar existem inúmeros equipamentos médicos de diversas marcas e modelos e muitos com os mesmos objetivos de terapia, monitorização e diagnóstico. Os representantes das empresas fabricantes tendem a recorrer às tecnologias mais avançadas para conseguirem resultados mais eficientes e precisos, obtendo um melhor diagnóstico de modo a melhorar qualidade de vida dos pacientes ou proporcionar-lhes um tratamento mais precoce.

Este capítulo aborda alguns conceitos de parâmetros associados a equipamentos com os quais se interagiu no decorrer do estágio. Para realizar uma correta manutenção é essencial conhecer os equipamentos, mas também os parâmetros associados a cada um deles.

4.1 ADMINISTRAÇÃO DE FLUÍDOS

Para que administração de fluídos seja efetuada de forma precisa e controlada são utilizadas bombas de infusão ou seringas de infusão.

As bombas de infusão são equipamentos médicos eletrónicos utilizados em pacientes para a administração contínua ou intermitente de fluídos. São compostas por um reservatório de fluído, por um dispositivo para gerar e regular o caudal do fluído e por um conjunto de acessórios como linhas, rampas de administração que permitem o transporte do fluído do reservatório para o doente [22].

Independentemente da bomba de infusão, os principais componentes destes sistemas são:

- **Circuito de controlo da bomba associado ao painel de controlo:** interpreta as informações inseridas pelo utilizador, controla o mecanismo de infusão, interpreta os sinais dos sensores e ativa os alarmes quando necessário. Armazena informações programadas e dados sobre alarmes;
- **Alarmes:** assinalam situações adversas como bolhas de ar ou oclusão no sistema, bateria fraca, caudal livre, entre outros;
- **Mostrador:** mostrador ou “*display*” indica as informações sobre a infusão em curso como, o volume total a ser administrado, o caudal (ml/h ou gota/min), tempo total e restante e informações sobre alarmes;
- **Motor:** usualmente, utilizam-se motores de passo para acionar os mecanismos de infusão;
- **Mecanismo de Infusão:** tem a função de gerar a pressão de infusão, responsável pelo caudal do fluído, podendo ser peristáltico ou por seringa;

- **Sensores de Gotas:** utilizado para realimentar o circuito eletrónico de controlo de perfusão, permite informações relativas à oclusão da linha, infusão sem solução e infusão livre (sistema mal posicionado, originando uma infusão não controlada);
- **Sensor de Ar:** indica a presença de ar na tubagem;
- **Sensor de Pressão de Oclusão:** controla a pressão de infusão o que permite que quando ocorre a oclusão na linha que seja detetada o mais rapidamente possível.

Existem vários tipos de bombas utilizadas, a maior parte no internamento, mas algumas no ambulatório, das quais se destacam [23]:

- **Bomba de Infusão Volumétrica:** mede o volume de líquido a ser infundido, são utilizadas na administração de fármacos e alimentação entérica e parentérica;
- **Bomba de Infusão de Seringa:** utilizada para a infusão de líquidos administrados ao paciente por meio de uma seringa. A sua distribuição é controlada por uma peça que se move num corpo cilíndrico por pressão do fluído, mais conhecido como pistão;
- **Bomba de Analgesia Controlada pelo Paciente (PCA):** utilizada para atenuar a dor como, por exemplo, no pós-operatório, e administrar analgésicos. A administração de analgésicos a pedido do doente é feita de forma intermitente;
- **Bomba de Insulina:** utilizada para injetar insulina em indivíduos com diabetes e monitorizar os níveis de glicose;
- **Bomba Elastoméricas:** utilizadas normalmente para o controlo da dor, em ambiente de ambulatório e internamento.

Na Figura 4.1 é possível observar um esquema resumido da tipologia das bombas de infusão e principais aplicações.

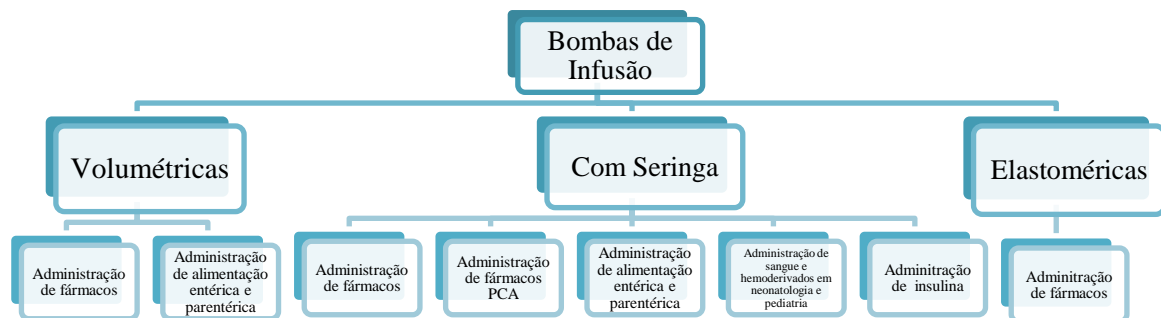


Figura 4.1 – Tipologias de Bombas de Infusão (adaptado) [22]

4.2 OXIMETRIA DE PULSO

A oximetria de pulso mede continuamente e de maneira não invasiva a saturação do oxigênio da hemoglobina arterial (*Peripheral oxygen saturation* – SpO₂) a partir do sensor de oxímetro (Figura 4.2) que contém dois díodos emissores de luz (LEDs) que transmitem raios infravermelhos e vermelhos que interagem com o tecido. Através dessa luz, que atravessa o sensor, é detectado o nível de SpO₂, isto é, permite monitorizar a quantidade de hemoglobina arterial e determinar o SpO₂ que o sangue arterial da circulação periférica apresenta [24] .

Dependendo dos monitores de oximetria de pulso, os valores que nele são apresentados correspondem à saturação funcional de oxigênio, estes valores podem ser apresentados em percentagem ou não. Habitualmente a medição do pulso é o valor por minuto, ou seja, unidade/minuto.

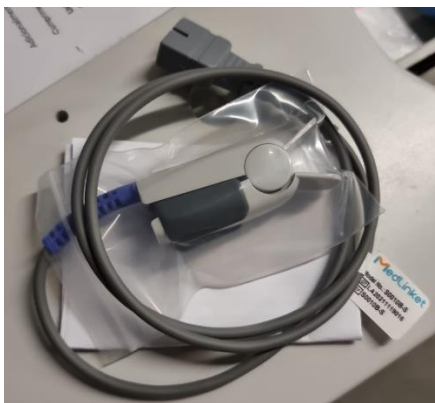


Figura 4.2 – Sensor SpO₂

4.3 ELETROCARDIOGRAMA

O eletrocardiograma (ECG), realizado através de um eletrocardiógrafo registra a atividade elétrica do coração e é expressa em forma de onda. O ciclo cardíaco consiste de um período de contração ventricular.

É importante saber o funcionamento do coração para, posteriormente, efetuar uma correta análise e entender a informação que o ECG transmite. O coração é composto, como mostra a Figura 4.3, por quatro cavidades dois ventrículos e duas aurículas. O nódulo sinoatrial, ou nódulo SA localizado na aurícula direita perto da entrada da veia cava superior, é o marca-passo fisiológico do coração e é responsável por todo o batimento cardíaco que determina a frequência cardíaca. Os impulsos elétricos do nódulo SA propagam-se por ambas as aurículas e estimulam a sua contração.

A atividade elétrica do coração pode ser registada sob a forma de ECG, que regista todos os potenciais de ação produzidos pelos nódulos e células do miocárdio. Cada onda ou segmento do ECG corresponde a um “evento” do ciclo elétrico cardíaco.

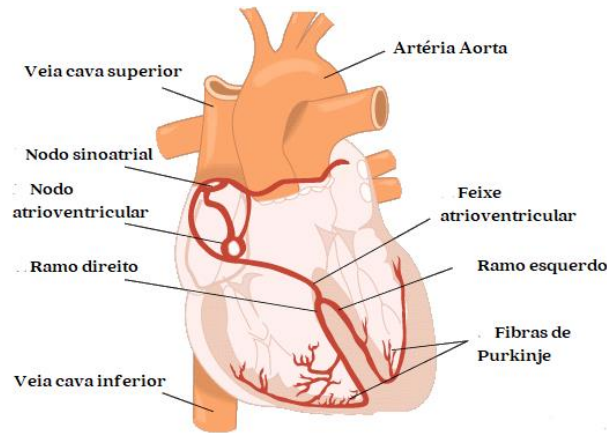


Figura 4.3 – Legenda da composição do coração [25]

Quando as aurículas estão cheias de sangue, o nódulo SA dispara e os sinais elétricos propagam-se através das aurículas e leva-os a despolarizarem, representado pela onda P no ECG. A contração arterial começa cerca de 100 milissegundos depois do início da onda P, sendo que o segmento PQ representa o tempo de condução do impulso elétrico desde o nódulo SA até ao nódulo atrioventricular (AV). O complexo QRS marca o disparo do nódulo AV e representa a despolarização ventricular. A onda Q corresponde à despolarização do septo interventricular. A onda R é produzida pela despolarização da massa principal dos ventrículos. A onda S representa a última fase da despolarização ventricular na base do coração bem como a repolarização atrial também ocorre durante este tempo embora o sinal ofuscado pelo grande complexo QRS. O segmento ST reflete o platô do potencial de ação miocárdio, isto acontece quando existe contração dos ventrículos e estes bombeiam sangue. A onda T representa a repolarização dos ventrículos imediatamente antes do relaxamento ventricular. O ciclo repete-se a cada batimento cardíaco. A Figura 4.4 apresenta as ondas do ECG mencionadas anteriormente.

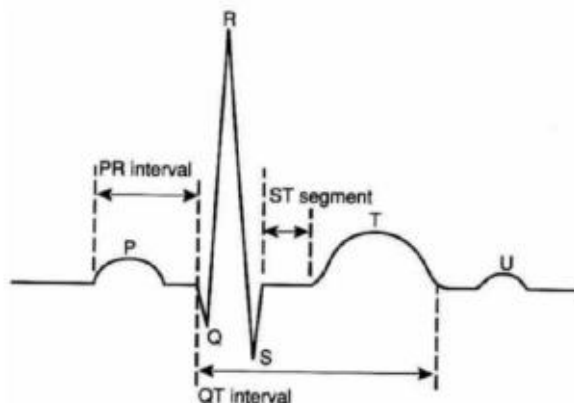


Figura 4.4 – Ondas do ECG [26]

4.4 PRESSÃO NÃO INVASIVA

Para a monitorização da pressão não invasiva, do inglês *Non-Invasive Blood Pressure* (NIBP), recorre-se a dispositivos que permitem o registo da pressão arterial. É importante a medição da pressão arterial para diagnóstico e monitorização de uma ampla gama de condições clínicas. Os dispositivos utilizados atualmente são de quatro tipos genéricos [27]:

- **Monitores de NIBP de ciclo automático:** desenvolvidos para registar medições repetitivas em intervalos de tempo definidos. Em ambiente hospitalar, são utilizados para uma monitorização de cabeceira e apesar de ser uma opção dispendiosa, assegura uma elevada exatidão que é útil para a unidade de saúde.
- **Monitores de NIBP (*spot-check*) verificação pontual:** desenvolvidos, como o nome indica, para realizar uma verificação pontual, utilizado para avaliação de rotina clínica.
- **Monitores de NIBP de Ambulatório:** registam a pressão arterial do paciente em intervalos pré-definidos num período de 24 horas de atividade normal e armazenam os dados para futuramente analisar.
- **Monitores de NIBP (*de spot-check*) Automatizados:** inicialmente estes foram desenvolvidos para uso comum, em casa e por isso, são de baixo custo. Contudo, são cada vez mais adquiridos para uso clínico.

A seleção do dispositivo deve ter em consideração as vantagens e desvantagens dos diversos equipamentos, o ambiente em que será utilizado e a condição clínica do paciente, garantindo o desempenho necessário para um bom diagnóstico clínico.

Estes dispositivos de medição de pressão arterial não invasiva, na maioria, utiliza a técnica de oscilometria automatizada que consiste na medição da amplitude das oscilações de pressão que se originam quando o sangue passa nas artérias [27]. A deteção das oscilações é medida através da braçadeira, também denominada por manguito exibida na Figura 4.5.



Figura 4.5 – Braçadeira de tamanho adulto (27-35 cm)

Os referidos dispositivos, utilizam algoritmos para calcular a pressão arterial sistólica, arterial média e diastólica. Os valores da medição são obtidos quando o manguito insufla até bloquear a pressão arterial e, quando desinsufla, exibe os valores sistólico e diastólico. A maior parte dos equipamentos medem os valores desta forma, contudo, existem dispositivos que obtêm valores quando o manguito insufla [27].

A fonte de erro mais comum neste tipo de dispositivos automatizados ocorre quando os pacientes apresentam tremores musculares, ritmos cardíacos anormais, pulso fraco ou pressão arterial baixa devido a choque e, assim estes dispositivos podem não conseguir obter os valores de leitura ou os resultados que obtêm não são confiáveis. No entanto, não é apenas em dispositivos automatizados que ocorrem erros, por exemplo, nos esfigmomanómetros manuais se o manguito não for colocado na posição correta e com o tamanho adequado ao paciente os resultados dos valores de pressão não são fiáveis. Se o manguito estiver abaixo do nível do coração, os valores obtidos são mais elevados, caso contrário se estiver acima do nível do coração os resultados de pressão serão mais baixos [27]. A Figura 4.6 exibe vários tamanhos de manguitos disponíveis no mercado desde neonatal a adulto.



Figura 4.6 – Tamanhos disponíveis de braçadeiras no mercado

4.5 PRESSÃO INVASIVA

Quando não é possível a monitorização da pressão não invasiva devido às condições do paciente, recorre-se à monitorização invasiva contínua por esta ser mais precisa e imediata. Quando são expectáveis mudanças na pressão arterial devido a problemas, como por exemplo, cardiovasculares é muito eficiente este tipo de monitorização de longa duração.

A pressão invasiva é um método de medição da pressão arterial através da inserção de um cateter na artéria, conectado a um transdutor de pressão que está ligado a um monitor multiparamétrico, este sistema está representado na Figura 4.7.

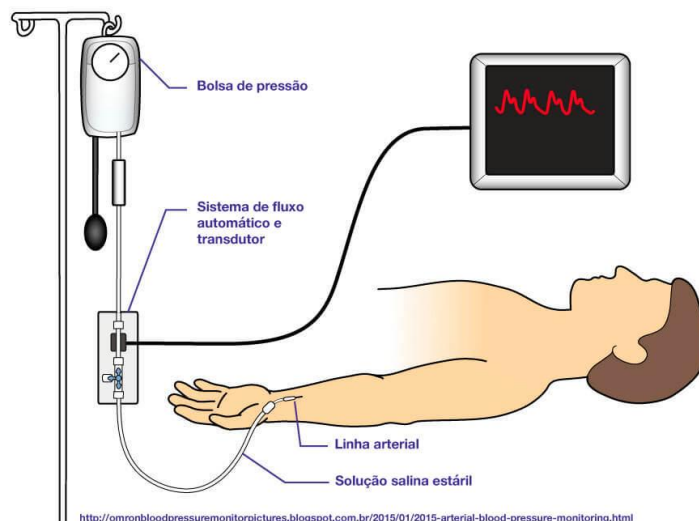


Figura 4.7 – Sistema de Medição de Pressão Invasiva [28]

Este sistema necessita dos seguintes materiais:

- **Cânula intra-arterial:** é inserida numa artéria, sendo os locais mais comuns para a inserção do cateter as artérias radial, braquial, femoral ou dorsal do pé, no entanto, sempre que possível a artéria de primeira escolha é a artéria radial;
- **Infusão e tubagem:** a cânula está ligada a uma solução salina fisiológica por um sistema de tubos descartáveis rígidos. O sistema não deve ter bolhas de ar para que os resultados sejam mais precisos;
- **Transdutores:** a solução dentro da tubagem entra em contacto com o diafragma. A onda de pressão é captada pelo diafragma do transdutor que transforma o impulso mecânico em impulso elétrico que é amplificado por um monitor;
- **Microprocessador e ecrã:** os resultados obtidos como o gráfico e os valores da medição da pressão serão apresentados num monitor.

É também utilizado para análise frequente do equilíbrio ácido-base a partir de uma amostra de colheita de sangue arterial. A onda de pressão é detetada pelo diafragma do transdutor, que transforma o impulso mecânico em elétrico, que é amplificado pelo monitor.

5 SOFTWARE DE GESTÃO DE MANUTENÇÃO

Atualmente a informática é essencial para a criação de *software* para uma gestão de manutenção organizada e controlada. A necessidade de *software* de gestão de manutenção permite, a partir de uma base de dados, preparação e planeamento de tarefas, controlo de *stocks*, análise técnica e de custos facilitando a organização de todas as atividades do serviço de manutenção [7]. Um *software* de gestão de manutenção é uma ferramenta de auxílio para o gestor da manutenção a gerir melhor. Não substitui os técnicos, apenas os liberta de algumas tarefas mais burocráticas e consumidoras de tempo, permitindo aos técnicos um maior foco para a concretização de tarefas mais produtivas.

Para colocar em prática a manutenção numa empresa que já tenha a estrutura de pessoal envolve [5]:

- Selecionar um sistema de gestão/aplicação informática;
- Construir a informação de manutenção de base;
- Implementar a gestão e os respetivos procedimentos.

Após estas fases se concretizarem, inicia-se a implementação com a constituição da informação base como o registo de equipamentos e elaboração dos planos de manutenção para os mesmos. Numa fase seguinte, passam-se as ordens de trabalho para a área de intervenção técnica, registam-se as realizações, regista-se a mão-de-obra e de material. O esquema da Figura 5.1 representa uma estrutura de um sistema informático de gestão de manutenção.

Segundo José Cabral [5], “um sistema de gestão da manutenção tem de ter em linha de conta que:

- Gerir manutenção não é só apurar os custos de manutenção, é intervir proactivamente na vertente técnica e os custos decorrem dessa intervenção.
- Para funcionar bem exige o contributo decisivo das pessoas.”

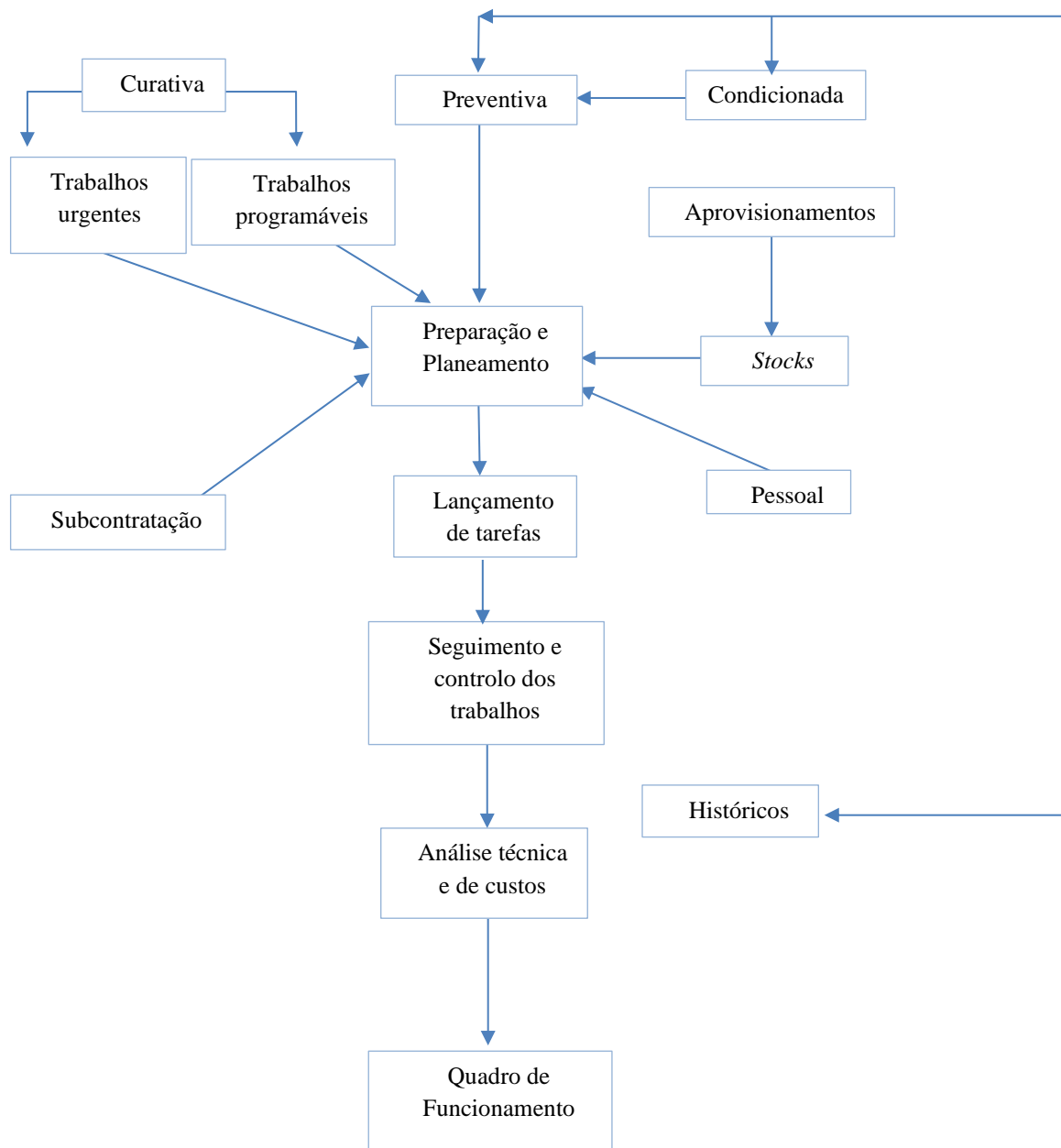


Figura 5.1 – Estrutura de um sistema informático de gestão de manutenção (adaptado) [7]

Atualmente, existem no mercado diversos *software* de gestão de manutenção, na maioria eles permitem a realização da gestão do inventário, de manutenção preventiva, agendamento, ter acesso ao histórico de serviço bem como a gestão de ordens de serviços, entre muitas outras. A Tabela 5 exibe uma análise comparativa entre *software* de gestão de manutenção atualmente no mercado.

Tabela 5 – Análise comparativa entre *software* de gestão de manutenção no mercado

<i>Software</i>	Implementação	Gestão de Inventário	Manutenção Preventiva	Agendamento	Histórico de Serviço	Gestão Técnica	Gestão de Ordem de Serviço
NextBitt	PC/Móvel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Manwinwin	PC/Móvel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Unifocus	PC/Móvel/ Cloud	✗	✓	✓	✗	✗	✓
Mp software	PC/Móvel/ Cloud	✓	✓	✓	✓	✓	✓
FastMaint	PC/Móvel	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Atualmente os *software* de gestão de manutenção têm muitas semelhanças entre si. Uma das vantagens do *software* NextBitt é que este permite ter acesso em qualquer lugar, sem ter a necessidade de estar ligado a uma rede específica.

5.1 SOFTWARE NEXTBITT

Este subcapítulo refere-se ao *software* utilizado no decorrer do estágio, o NextBitt que é utilizado para a gestão das Ordens de Trabalho (OT), e permite verificar o histórico de qualquer equipamento presente no Hospital CUF Descobertas. A utilização deste *software* foi sempre no computador, no entanto, é possível aceder a partir de uma aplicação para dispositivos móveis.

O NextBitt além de ser um *software* também é o nome da empresa que o criou e, tem como objetivo disponibilizar uma solução inovadora que permita otimizar a gestão de ativos físicos [29].

O *software* NextBitt é utilizado por técnicos, gestores e profissionais de saúde responsáveis por cada serviço, e é fundamental para a gestão da manutenção.

É facultada uma formação a todos os funcionários da José de Mello e da ATM para conhecerem todas as funcionalidades deste *software*, e cada funcionário tem o seu *login*. São atribuídas OT aos técnicos com informação detalhada, como por exemplo, o equipamento, a localização, o tipo de avaria, quem requisitou o pedido, qual o técnico responsável e a data que foi realizado o pedido. A Figura 5.2 exibe uma OT com a informação detalhada.

Ordem de Trabalho:

Informação da OT

Número: [] Data de Abertura: 14/06/2022 11:36 Grau: Urgente Requirente: []

Localização: -Gastro Preparação: [] Ano/Sem. (Prev.): [] Data (Prev.): []

Ativo: CISTONEFROFIBROSCOPIO Observações: com fuga

Descrição: Avariou/mau funcionamento > Ponta distal rasgada

INFORMAÇÃO DE FECHO CLASSIFICAÇÃO PEDIDOS RECURSOS MATERIAIS COMPRAS FASES ATIVIDADES DE PROJETO RECURSOS PLANEADOS RASTREIO ATIVOS SITUAÇÕES CONTADORES NIVEIS DE SER

Descrição do Trabalho Realizado: Pedido realizado ao representante

Tempo Intervenção: 00:00 Tempo Espera: 00:10 Tempo Imobilização: 00:00

Ativo Imobilizado: []

Ativo sem Imobilização: []

Data de Programação: [] Data Cond. Seg. Restabelecida: 14/06/2022 11:46

Data de Início: 14/06/2022 11:45 Data de Conclusão: []

Formecedor: ATM - Ass. Total em Manut. SA

Equipa: Eletromedica HCD

Responsável: Ana Rita Pedro do Couto

Criado em: 14/06/2022 11:36 por AF/MLZ
Última modificação em: 14/06/2022 12:06 por AR/COUTO.

Botões: Voltar, Terminar, Alterar

Figura 5.2 – Informação detalhada de uma OT

O NextBitt permite ao técnico visualizar todas as suas OTs e o estado de cada uma delas, se já se encontra fechada, pendente por falta de material, ou por aguardar disponibilidade do serviço ou também por aguardar assistência externa. A Figura 5.3 exemplifica a informação disponibilizada pelo NextBitt relativamente ao estado de cada OT.

O NextBitt permite ainda, anexar documentos, folhas de obra e inserir comentários. Esta funcionalidade é uma mais-valia para a monitorização do trabalho realizado até ao momento, ou para retificar todos os processos desempenhados durante a intervenção. Desta forma, facilita a organização de tarefas ao técnico permitindo-lhe verificar o que já foi realizado e o que ainda está em falta.

Análise OTs

Arraste a coluna para agrupá-la

	Nº Pedido	Nº OT	Data	Cód. Localização	Localização	Cód. Ativo	Ativo
Pendente	[]	[]	14/06/2022 11:36	MHCD	Gastro	[]	CISTONEFROFIBROSCOPIO
Fecho Provido	[]	[]	08/08/2022 14:17	MHCD	Anatomia Patológica	[]	PROCESSADOR DE CITOLOGIA
Pendente	[]	[]	07/08/2022 08:57	MHCD	Neurologia	[]	ELETROENCEFALOGRAFO
Fecho Provido	[]	[]	08/08/2022 12:00	MHCD	Anatomia Patológica	[]	PROCESSADOR DE TECIDOS
Pendente	[]	[]	02/09/2022 12:42	MHCD	Circulação Internamento Geral (Ala A)	[]	MONITOR DE SINAIS VITAIS
Pendente	[]	[]	31/05/2022 12:28	MHCD	Internamento (P8)	[]	TERMOMETRO TIMPANICO
Pendente	[]	[]	31/05/2022 11:39	MHCD	Sala do RX C1OR-35	[]	RAIO X TRANSPORTAVEL
Pendente	[]	[]	30/05/2022 12:51	MHCD	UCERN	[]	SERINGA PERFUSORA
Pendente	[]	[]	30/05/2022 10:34	MHCD	Bloco Operatório	[]	Bloco Operatório
Fecho Provido	[]	[]	30/05/2022 10:33	MHCD	Gastro	[]	COLONOVIDEOSCOPIO
Pendente	[]	[]	28/05/2022 09:59	MHCD	MCDT's - Cardiologia	[]	MAPA
Pendente	[]	[]	25/05/2022 12:20	MHCD	Bloco Operatório	[]	GARROTE PNEUMATICO
Pendente	[]	[]	23/05/2022 16:25	MHCD	Gabinete Exames Especiais 4 (4OF-17)	[]	BIOMETRO
Pendente	[]	[]	12/05/2022 11:59	MHCD	Neonatologia	[]	INCUBADORA NEONATAL
Pendente	[]	[]	22/04/2022 11:12	MHCD	Berganio	[]	BOMBA DE LEITE
Pendente	[]	[]	21/04/2022 12:41	MHCD	Hospital Dia	[]	APARFI HO DE CRIOTRAPIA CAPII AR

Página 1 de 1

Figura 5.3 – Exemplo de uma OT onde é possível verificar o seu estado

Para uma melhor gestão de stock, este *software* permite dar baixa do material que se utilizou para realizar a OT, como se ilustra na Figura 5.4. De tempos a tempos é feita uma organização de stock e verificação do mesmo. Este procedimento permite atualizar o *software* e verificar que tipo de stock já não é necessário, por já estar obsoleto ou devido a determinados equipamentos terem sido abatidos, não sendo necessário mais material associado ao mesmo.

		Código	Artigo	Qt. Existente	Qt. Disponível	Qt. Reservada	UdM	Qt. Exist. Total	Qt. Disp. Total
+	-	HCD	CABO LOGICAL HEWLET PACKARD TWINAX	2	2	0	UN	2	2
+	-	HCD	ESFIGNOMANOMETRO HEINE XXL	3	3	0	UN	3	3
+	-	HCDL	PERA P/ESFIGNOMANOMETRO	4	4	0	UN	4	4
+	-	HCD.	BATERIA DRAGER 8,4V 120MA	1	1	0	UN	1	1
+	-	HCC	BATERIA MINDRAY DC 15.1V	1	1	0	UN	1	1
+	-	HCDI	BATERIA LITHIUM 10.8V 8.7AH	2	2	0	UN	2	2
+	-	HCD	KIT CABO LED	4	4	0	UN	4	4
+	-	HCDL	PAINEL CONTROLE PAREDE PANTOF POLARIS	2	2	0	UN	2	2
+	-	HCD	PLACAS DE CAPA F.HP LITE PARA HL2005	19	19	0	UN	19	19
+	-	HCD	PLACAS DE CAPA PARA HL2000	22	22	0	UN	22	22
+	-	HCD.	CONJUNTO DE 2 HASTE	1	1	0	UN	1	1
+	-	HCD	KIT DE REPARACAO AX14INTERM/AX10	8	8	0	UN	8	8

Figura 5.4 – Menu para atualização do *stock*

Cada técnico pode visualizar os “ativos” (Figura 5.5), isto é, os equipamentos que estão a ser utilizados bem como os seus dados e todas as OTs atribuídas para o equipamento em específico e ter acesso a todo o histórico e intervenções efetuadas naquele equipamento. Facilita muito o trabalho do técnico podendo verificar os dados do mesmo, como por exemplo, a marca e modelo, e assim saber especificamente qual é o equipamento e preparar o material mais indicado para realizar a intervenção. Os equipamentos que estão armazenados no armazém, por o serviço já não necessitar deles ou por estarem de reserva, estes estão inativos no sistema sendo posteriormente ativados se retornarem ao serviço ou abatidos por não estarem em conformidade ou obsoletos.

Código	Descrição	Marca	Modelo	Série	Cód. Ativo Principal	Ativo Principal
	ELETROBISTURI	CONMED	HYFRECATOR 2000		MHCDP205BCID05	Gabinete Consultas DE 18
	ELETROBISTURI	CONMED	HYFRECATOR 2000		MHCDP205BCID01	Sala de Espera DE 28
	ELETROBISTURI	CONMED	HYFRECATOR 2000		MHCDP205BCID07	Gabinete Consultas DE 18
	ELETROBISTURI	ERBE	VIO 200 S		MHCDP205GCIH03	Sala de Pequena Cirurgia DE 5DE
	ELETROBISTURI	DEPUY	VAPR VUE		MHCDPR01CAM	Bloco Operatório
	EQUIPAMENTO DE CRIOCIRURGIA	DORC	1500 CRYOSTAR		MHCDP204GBHH01	Sala Pequena Cirurgia 4OF-
	MONITOR DE SINAIS VITAIS	SCHILLER	ARGUS VCM		MHCDPR00FAKH08	Triagem Adultos (A.P.)
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T1		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral
	MONITOR MULTIPARAMETRICO IBP	MINDRAY	BENEVIEW T5		MHCDPR01ADF	U.C.I.P. / Geral

Figura 5.5 – Menu de visualização dos ativos

Também permite visualizar as manutenções corretivas e preventivas e quando cada uma delas deve ser realizada. Este *software* permite fazer uma análise das manutenções preventivas de cada equipamento e a planificação do mesmo.

No NextBitt existe uma predefinição hierárquica relativamente aos pedidos. Quando é aberto um pedido, por exemplo, de um profissional de saúde, esse pedido é processado e filtrado antes de chegar ao técnico que irá ficar responsável por essa intervenção.

5.2 PROCESSAMENTO DE PEDIDOS

Existem procedimentos prévios quando os pedidos chegam a um determinado técnico. Desta forma, quando ocorre uma avaria, o requisitante reporta através de um pedido no NextBitt, e este passa pela gestão e administração da ATM, nomeadamente por um colaborador da ATM denominado de “*help desk*”. O *help desk* tem como função distribuir os pedidos para os técnicos mais indicados para cada um deles, ou seja, para técnicos de eletromedicina, eletricitas, técnicos de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC) ou polivalentes. Posteriormente, a essa análise, o pedido é direcionado para o técnico mais indicado, e o mesmo analisa e procede à sua intervenção. O esquema que se segue na Figura 5.6, representa o procedimento anteriormente mencionado.

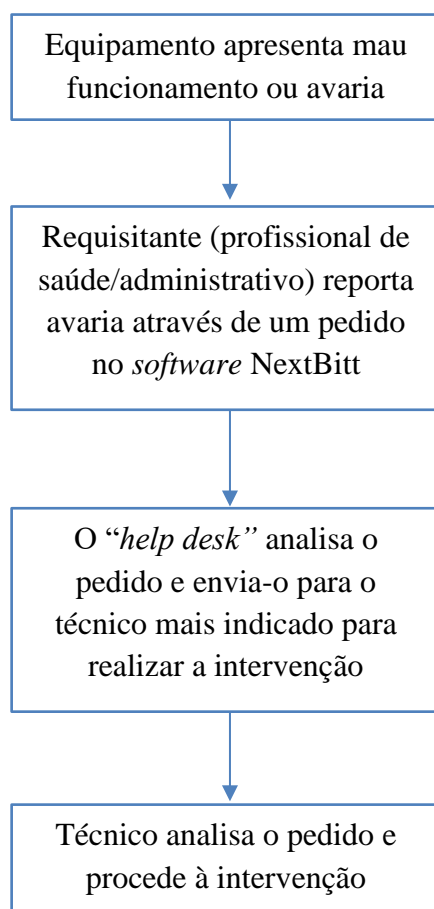


Figura 5.6 – Processamento de pedidos

6 MANUTENÇÃO PREVENTIVA – INTERVENÇÕES

No decorrer do estágio foi realizada a manutenção preventiva a equipamentos médicos baseada no planeamento estabelecido pelo Hospital CUF Descobertas e a ATM. Neste capítulo são descritos os equipamentos de teste utilizados e as ações executadas nas manutenções preventivas.

6.1 EQUIPAMENTOS DE TESTE

Dependendo da manutenção, existem vários equipamentos de teste certificados e calibrados, que seguem as normas mencionadas na secção 4.2. Em determinados equipamentos é necessário recorrer a equipamentos de teste específicos para não comprometer o diagnóstico e manter um bom funcionamento quando em contacto com o paciente, para este não sofrer quaisquer danos. Como a maior parte dos equipamentos hospitalares trabalham com energia elétrica um dos principais equipamentos de teste utilizados é o de segurança elétrica.

6.1.1 SEGURANÇA ELÉTRICA

O teste de segurança elétrica é uma das ações fundamentais ao realizar uma manutenção uma vez que, atualmente as unidades de saúde têm equipamentos médicos que possuem dispositivos elétricos que poderão estar em contacto direto com o paciente. Como a maioria destes dispositivos são elétricos, podem causar danos irreversíveis. Assim, é importante realizar testes de segurança elétrica para assegurar o bom funcionamento dos equipamentos seguindo as normas IEC 60601-1 e IEC 62353, nomeadamente a IEC 62353 pois nela estão mencionados os requisitos gerais para a proteção contra choques elétricos.

O equipamento de teste de segurança elétrica utilizado no decorrer do estágio na ATM foi o vPad-Rugged 2, exibido na Figura 6.1 .



Figura 6.1 – Equipamento de Teste de Segurança Elétrica vPad-Rugged 2

Este equipamento tem a capacidade de detetar fuga de corrente, isto é, a partir do circuito elétrico deteta uma corrente anormal. Para além de se efetuar a medição de resistência à terra, também permite, a partir dos 10 terminais de teste, adaptar encaixes para simular sinais de ECG.

No menu inicial estão disponíveis várias opções entre as quais, “*Manual Test*”, “*Automatic Test*” e “*Test Sequence*”. Na opção “*Automatic Test*” é necessário selecionar o padrão de segurança elétrica. No caso da opção “*Test Sequence*” o técnico deve selecionar uma das opções apresentadas na Figura 6.2 consoante o equipamento a que se quer intervir.

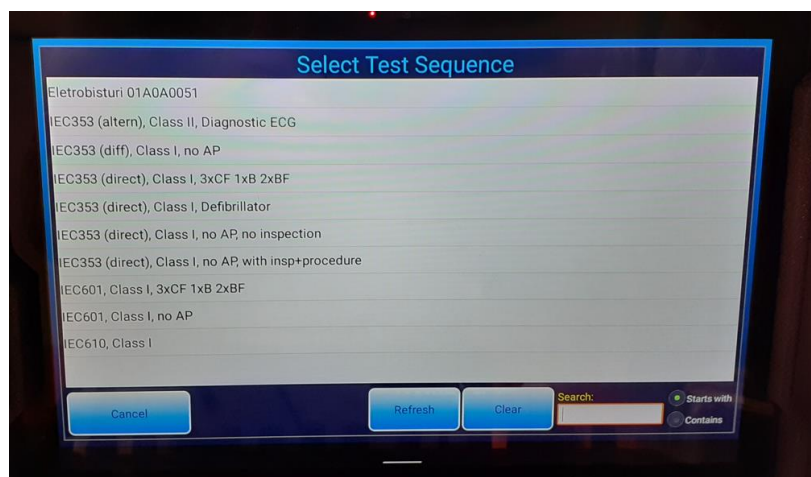


Figura 6.2 – Opções de Teste de Sequência

6.1.2 DESFIBRILHADORES

Atualmente, um dos equipamentos médicos indispensáveis ao suporte avançado de vida é o desfibrilhador (Figura 6.3). Este é utilizado para interromper batimentos cardíacos descoordenados de um ataque cardíaco e é aplicado um choque elétrico controlado no peito do paciente. O desfibrilhador sendo um equipamento de suporte à vida na desfibrilhação cardíaca a sua manutenção é realizada semestralmente. Este equipamento está presente em todos os pisos do Hospital CUF Descobertas e em todos os serviços como na sala da cirurgia, na UCIP, no AP e em carros de emergência.



Figura 6.3 – Desfibrilhador da marca mindray

O equipamento de teste utilizado durante o estágio foi o *Desfibrillator Analyzer DA-2006* da marca *BC Biomedical*, exibido na Figura 6.4. O seu ecrã está dividido entre a configuração, na Figura 6.4 está selecionado a opção “*High Range 1000 JMax*” e resultados do teste obtido: o valor de “*Energy*” que mostra a energia total do último pulso, o “*Peak V*” que mostra a tensão máxima do último pulso e o “*Peak I*” que representa a corrente máxima do último pulso.

O *Desfibrillator Analyzer DA-2006* mede, através das pás de desfibrilhação, a descarga de energia e a energia que o desfibrilhador descarrega. Os valores medidos são visualizados no ecrã do equipamento de teste tal como mencionado anteriormente e como se pode visualizar na Figura 6.4.



Figura 6.4 – Equipamento de Teste para Desfibrilhador

6.1.3 DOPPLER

O *doppler*, exibido na Figura 6.5, é um equipamento que permite detetar rotineiramente a frequência cardíaca fetal, e é projetado para escutar o som do batimento cardíaco fetal. Ao utilizar o *doppler* pode-se verificar o bem-estar fetal e a viabilidade do coração fetal, em consultas obstétricas de rotina, ou após alguma situação mais crítica do paciente.



Figura 6.5 – *Doppler* Ultrassónico da marca edan

O equipamento de teste utilizado no estágio para a realização da manutenção preventiva do *doppler* foi o simulador fetal, VIAMED V1000 *Foetal Heart Simulator*, representado na Figura 6.6, sendo a manutenção é realizada anualmente.



Figura 6.6 – Equipamento de Teste VIAMED V1000 *Foetal Heart Simulator*

Este equipamento é, como o nome indica, um simulador fetal que apresenta vários batimentos cardíacos. Utiliza-se o gel ultrassom como meio condutor para estabelecer o contacto entre a pele e o transdutor para que as ondas sonoras atuem e evita a possibilidade de existir ar entre o ultrassom e a pele. Este gel é viscoso para que não escorra na pele durante a realização do exame, atua como condutor de energia e lubrificante, facilitando o deslize. Após colocar o gel, seleciona-se os batimentos e visualizamos esse valor no *doppler* e, é verificado se o equipamento está ou não operacional. O equipamento de teste permite simular 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210 batimentos por minuto, e regular a intensidade sonora. A Figura 6.7 representa o procedimento mencionado anteriormente.



Figura 6.7 – Realização da Manutenção Preventiva do *Doppler*

6.1.4 INFUSÃO

As seringas e bombas infusoras são indicadas para terapias onde é necessário administrar no paciente por via endovenosa pequenos volumes de soluções como fármacos, e para isso é importante que este tipo de equipamento esteja em conformidade para que pequenos volumes sejam administrados com elevada exatidão. A manutenção preventiva é realizada anualmente.

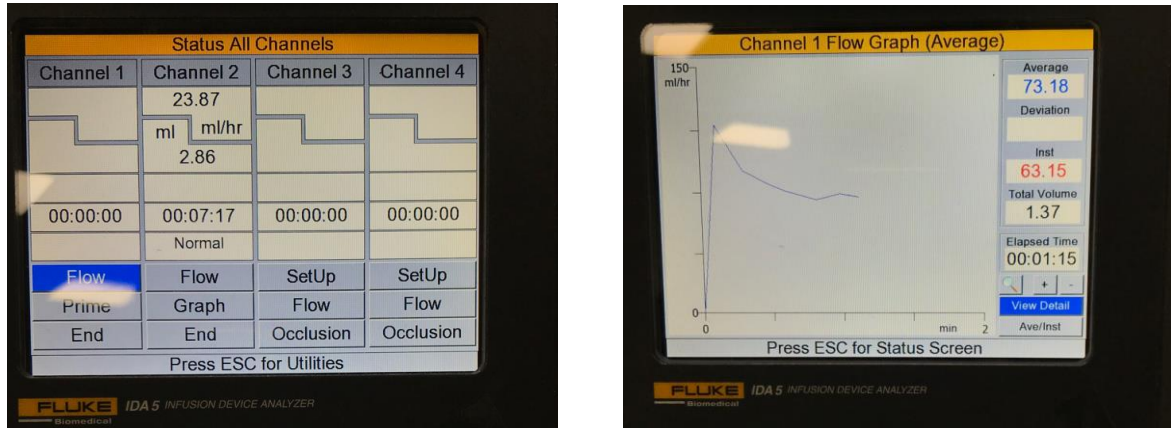
O equipamento de teste utilizado para efetuar a manutenção preventiva foi o *Fluke Biomedical IDA 5 Infusion Device Analyzer*, representado na Figura 6.8. Este equipamento mede o fluxo médio, instantâneo, e a pressão de oclusão. Pode testar quatro equipamentos em simultâneo.



Figura 6.8 – Equipamento de Teste de Infusão *Fluke Biomedical IDA 5 Infusion Device Analyzer*

É importante a medição da pressão da oclusão pois esta verifica a linha de pressão que conecta o paciente à bomba e/ou seringa, identifica ar ou medições incorretas. Este equipamento tem de apresentar uma grande fiabilidade e para isso a percentagem de erro medido não pode exceder os 5%.

A Figura 6.9 mostra a medição à esquerda (a), bem como o gráfico de fluxo em função do tempo, que regista em tempo real toda a informação, à direita (b).



(a) Estado dos 4 canais

(b) Gráfico de fluxo de 1 canal

Figura 6.9 – Realização da Manutenção Preventiva de um Equipamento de Infusão

6.1.5 MULTIPARAMÉTRICO

O equipamento de teste utilizado nos monitores de sinais vitais e esfigmomanómetros foi o vPad-A da marca *Datrend Systems* (Figura 6.10). É um simulador de paciente multiparamétrico que simula vários parâmetros como, SpO2, NIBP e permite também a simulação de ECG de 12 derivações. A interface do utilizador com o equipamento é através de um dispositivo compatível com o sistema operativo *Android*, neste caso um telemóvel. O utilizador define os parâmetros de forma a que o monitor assumira esses valores e confere se os valores pré-definidos são os medidos, os valores não podem exceder 5%. A manutenção preventiva é realizada anualmente.



Figura 6.10 – Equipamento de Teste Multiparamétrico *Datrend Systems* vPad-A

6.1.6 VENTILADORES NEONATAIS

O equipamento de teste utilizado na manutenção preventiva dos ventiladores neonatais foi o equipamento exibido na Figura 6.11, o *VT Mobile Gas Flow Analyzer* da marca *FLUKE Biomedical*. A manutenção preventiva é realizada semestralmente.

Como o nome indica, este equipamento é um analisador de fluxo de gás, e mede as faixas de fluxo alto e baixo, volume, pressão e concentração de oxigênio. É conveniente operar o analisador numa área seca dentro dos limites de temperatura de 10°C a 40°C. A humidade relativa máxima de funcionamento a temperaturas até 31°C é de 80% sem condensação, diminuindo de forma linear até 50% sem condensação a 40°C [30]. É um equipamento fácil de transportar e contém bateria o que é bastante prático durante a sua utilização.

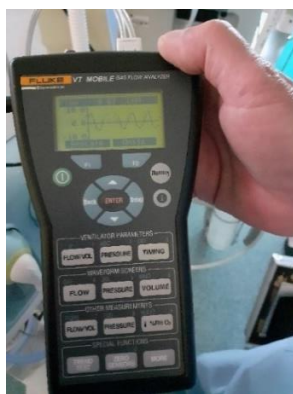


Figura 6.11 – Equipamento de Teste de Analisador de Gás *FLUKE Biomedical VT Mobile Gas Flow Analyzer*

A Figura 6.12 apresenta a realização de uma manutenção preventiva de um ventilador neonatal *Infinity C500* da marca *Dräger*, onde se seleciona os parâmetros como o fluxo de gás, volume e concentração de oxigênio. Após a seleção desses parâmetros, estes são validados com o equipamento de teste. Se os valores medidos corresponderem aos selecionados o equipamento está operacional, caso contrário, terá de se analisar o equipamento e verificar a falha.



Figura 6.12 – Ventilador *Infinity C500* da *Dräger*

Habitualmente é realizada uma limpeza do filtro, Figura 6.13, e verificado se existe alguma fuga de ar nos tubos que possa justificar a discrepância entre os valores selecionados com os medidos.



Figura 6.13 – Filtro

6.1.7 TERMÓMETROS TIMPÂNICOS

O equipamento utilizado na manutenção preventiva foi o *9600 Plus Calibration Tester* da marca *Welch Allyn*, exibido na Figura 6.14. Este verifica a exatidão da temperatura calibrada dos termómetros timpânicos portáteis como o *Braun* que são os termómetros que o Hospital CUF Descobertas tem maioritariamente em todos os serviços. Este equipamento é de fácil manuseamento. Dos primeiros passos a realizar ao ligar o equipamento é deixar que o mesmo aqueça, neste caso até aos 36,8°C. Após atingir a temperatura, testa-se o termómetro e efetuam-se dois testes. Caso o termómetro apresente uma diferença de 0,2°C calibra-se o termómetro, entrando em modo de calibração. Após realizada a calibração e o valor medido no termómetro seja igual ao valor apresentado no equipamento, efetua-se o teste novamente para validações dos resultados. Realizada as verificações do termómetro, este é devolvido ao serviço com a certeza que está em conformidade. Note-se que não é apenas o equipamento de teste que necessita de entrar no modo de calibração, mas também é necessário que aconteça o mesmo no termómetro, que no caso apenas é necessário pressionar as duas teclas em simultâneo a C/F e Mem.



Figura 6.14 – Equipamento Teste de Calibração de Temperatura *Welch Allyn 9600 Plus Calibration Tester*

6.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA A INCUBADORAS NEONATAIS

As incubadoras neonatais têm como função fornecer um microambiente ideal com parâmetros avançados de termorregulação, isto é, oferece um ambiente propício ao crescimento e desenvolvimento do recém-nascido prematuro com algumas necessidades especiais.

Para a realização da manutenção preventiva da Incubadora Neonatal Dräger do modelo CALEO (Figura 6.15 (a)) verificam-se os sensores de oxigênio (O_2), efetua-se a calibração dos mesmos e realiza-se o teste de segurança elétrica. É medida a temperatura e a humidade para confirmar se os valores selecionados são realmente os medidos e os que estão dentro da campânula. Para efetuar essas medidas são colocados na incubadora um multímetro e um sensor de temperatura digital KIMO, como mostra a Figura 6.15 (b).



(a) Incubadora Neonatal



(b) Multímetro e sensor KIMO

Figura 6.15 – Procedimento de medição de parâmetros da Incubadora Neonatal CALEO Dräger

A manutenção preventiva é realizada semestralmente. A incubadora neonatal é um equipamento que tem poucas avarias se, semestralmente, forem verificadas todas as ações mencionadas anteriormente.

7 MANUTENÇÃO CORRETIVA – INTERVENÇÕES

No decorrer do estágio foram realizadas intervenções a um vasto número de equipamentos médicos de diversas marcas e modelos. No Hospital CUF Descobertas alguns equipamentos são da responsabilidade da equipa de Eletromedicina, que realiza a manutenção preventiva e faz a intervenção de primeira linha quando surge falhas nos equipamentos.

Os equipamentos hospitalares que se destacaram e nos quais se efetuaram mais intervenções foram em equipamentos como ventiladores, desfibrilhadores, bombas e seringas infusoras, monitores de sinais vitais, equipamentos oftalmológicos e de medicina dentária.

Na Tabela 6 são indicados os diversos equipamentos intervencionados. da secção 8.1 até à secção 8.7 são descritas algumas intervenções que se realizaram bem como um pequeno enquadramento teórico para cada um dos equipamentos para uma melhor compreensão dos procedimentos de manutenção efetuados.

Tabela 6 – Equipamentos Intervencionados

Bomba e Seringa Infusora	Monitor Multiparamétricos e de Sinais Vitais	CTG	Cama Elétrica	Marquesa Elétrica
Berço Aquecido	Ventilador Anestésico	Doppler Fetal	Esfigmomanómetro	Garrote Pneumático
Termómetro	Autoclave	Aspiradores de Secreções	Eletrobisturi	Oxímetro
Otoscópio	Desfibrilhador	Candeeiro Cirúrgico	Ecógrafo	Incubadora Neonatal
Insuflador de CO ₂	Balanças	Sensores de Temperatura e Humidade	Eletroencefalógrafo	Máquina de Lavar de Endoscópios
Máquina de Selar	Esterilizador a Vapor	Intensificador de Imagem	Microscópio	Fonte de Luz

7.1 BOMBAS E SERINGAS INFUSORAS

As bombas e seringas infusoras são utilizadas quando é necessária uma maior exatidão na administração de fluídos, como por exemplo, fármacos, sangue e nutrientes, destinado à terapia intravenosa. Este equipamento calcula o volume injetado medindo o volume de condicionamento e o tempo de administração.

Ao fixar uma determinada pressão de infusão, a bomba é programada internamente para infusão acima do limite de oclusão, de modo a garantir a segurança do paciente. As bombas de pressão variável podem ser ajustadas pelo utilizador por meio de programação e avaliam a pressão para uma administração segura da terapia [31].

Este tipo de equipamento é imprescindível em ambiente hospitalar pois são administrados aos pacientes os fluídos que necessitam de forma contínua e precisa permitindo a eficácia no tratamento. Atualmente, estes equipamentos são automáticos, contendo um sensor de gotas que verifica a passagem de líquido na tubagem, facilitando o trabalho aos profissionais de saúde. Nas bombas mais antigas eram os próprios que doseavam e calculavam a quantidade de fluídos, assim como faziam uma estimativa da quantidade de gotas por minuto necessárias para cada paciente.

Existem dois tipos de mecanismos nos equipamentos de infusão. O de infusão peristáltica que consiste no movimento que desloca o fluído até as veias e/ou artérias do paciente através da velocidade constante do motor rotativo, no caso das bombas de infusão, apresentada na Figura 7.1 (a). O outro mecanismo é o de infusão por êmbolo mecânico no caso das seringas infusoras apresentadas na Figura 7.1 (b), que consiste no movimento do êmbolo de plástico na seringa. Este método é mais preciso comparativamente com o método de infusão peristáltica. Habitualmente as seringas infusoras são utilizadas quando é necessária uma maior exatidão.



(a) Bomba Infusora



(b) Seringa Infusora

Figura 7.1 – Equipamentos de Infusão

7.1.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM BOMBAS E SERINGAS INFUSORAS

No Hospital CUF Descobertas os equipamentos de infusão que foram intervencionados são da marca *B. Braun* que dispõe de diversos modelos tais como, as seringas *Perfusor compact* e *Perfusor Space* (modelo mais recente) e as bombas *Infusomat fmS* e *Infusomat Space* (modelo mais recente).

As intervenções realizadas nas bombas infusoras foram no *display* por este deixar de apresentar a informação e procedeu-se à sua troca, no trinco da porta pela intensa utilização deixa de fechar não permitindo o funcionamento da bomba por questões de segurança e nestes casos troca-se a porta por completo, ou por vezes, é apenas a mola interna que saiu do sítio e basta colocá-la na posição correta. A troca de baterias também é frequente. Os sensores de gotas também são um dos acessórios mais frequentes na realização da manutenção pois quando este fica “embaciado” não permite a contagem das gotas acionando os alarmes e não permitindo prosseguir com o funcionamento. No caso de quedas do equipamento, é feita uma verificação geral no equipamento, enviando o mesmo para o fabricante e normalmente, é substituído esse equipamento por um novo, pois o custo de reparação e peças necessárias é superior, comparativamente à aquisição de um novo equipamento.

O alarme mais frequente que surge nas bombas é o de “ar na linha” este deve-se ao mau funcionamento do sensor de ar na linha e é realizada reparação e calibração utilizando o equipamento teste mencionado na secção 6.1.4.

No caso das seringas infusoras as causas de avarias são bastante idênticas às das bombas. No caso do ecrã e falha da capacidade da bateria. No entanto, o caso é diferente quando o êmbolo da seringa fica bloqueado de tal forma que mesmo fazendo “*reset*” este não abre. Esta situação deve-se a uma lâmina que quando acionada ela estende o êmbolo. As seringas têm um pistão de um motor que acionam essa lâmina, assim, nestes casos de avaria esta é colocada na posição certa ou em caso de desgaste do pistão este é substituído. No caso da Figura 7.2 mostra uma intervenção em que a seringa infusora foi desmontada com o objetivo de substituir o *display* desconectando o filme assinalado a azul.



Figura 7.2 – Seringa Infusora Desmontada

7.2 CARDIOTOCÓGRAFOS

O cardiocógrafa intervencionado no decorrer do estágio foi o Cardiocógrafa Monitor Fetal e Materno EDAN F9 acompanhado com duas sondas (Figura 7.3), a *Fetal Heart Rate* (FHR) ou em português, Batimento Cardíaco Fetal e o Transdutor Tocodinómetro (TOCO). Estes equipamentos são utilizados, nomeadamente, na unidade de obstetrícia para a monitorização não invasiva e para realizar um diagnóstico do feto em exames pré-natais, pré-parto e durante o parto. Tal como outros equipamentos, este também é utilizado apenas por profissionais com formação e especializados na área da saúde.



Figura 7.3 – Cardiocógrafa

A partir do monitor efetua-se a monitorização do coração fetal, dos movimentos fetais e contrações uterinas. Este está ligado por rede a uma central de monitorização que se encontra no gabinete de enfermagem de modo a estar sob vigilância 24 horas para quando ocorrerem complicações, a paciente ser assistida de imediato, mas também para guardar os registos efetuados durante a monitorização. Usualmente este exame é realizado nas últimas semanas de gestação e é de curta duração, em média 25 minutos.

Como mencionado, a monitorização é realizada com dois tipos de sondas, o transdutor TOCO (Figura 7.4) e o de ultrassons. Segue-se a definição e a informação de como é realizada a deteção por parte destas duas sondas distintas, segundo o manual de utilizador efetuado pelo fabricante:

- **Transdutor Tocodinómetro (TOCO):** é utilizado para detetar as variações resultante da atividade, nomeadamente as contrações uterinas. Quando essas variações são detetadas, estas são convertidas em sinal digital, permitindo a sua monitorização [32].

- **Transdutores de Ultrassom:** a detecção do sinal *doppler* do coração fetal é baseada no princípio de mudança de frequência do *doppler* por ultrassom, ou seja, uma fonte sonora envia uma frequência constante, a onda é transmitida no interior do corpo e é refletida quando se depara com as paredes dos órgãos. Se a parede se mover para a fonte sonora, a frequência da onda refletida será diferente da onda incidente. Haverá um aumento da frequência quando existe a aproximação da onda incidente e, caso contrário, a frequência diminui quando ocorre um recuo da onda incidente. Por definição, quando ocorre o efeito de *doppler* há uma diferença entre as frequências da onda sonora enviada e da onda sonora recebida denominada de *frequency Deviation* ou f_D (deslocamento de frequência de *doppler*), que é determinada através da Equação 11, onde f_0 representa a frequência do ultrassom, C a velocidade da onda transmitida no órgão e V a velocidade de movimento da interface [32].

$$f_D = \pm 2V \times \frac{f_0}{c} \quad (11)$$



Figura 7.4 – Sonda TOCO

7.2.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM CADIOTOCÓGRAFOS

Os cardiotocógrafos intervencionados no decorrer do estágio foram da marca EDAN, e as avarias mais recorrentes foram nas sondas que deixavam de funcionar, ou de carregar, mas também cabos de ligação e problemas de impressão.

Relativamente às sondas quando deixavam de funcionar, procedia-se inicialmente à limpeza dos contactos que muitas vezes se apresentam sujos e oxidados devido aos desinfetantes que utilizam após a sua utilização, e o problema fica resolvido. Caso não seja o suficiente para estar em bom funcionamento, reparava-se ou substituíam-se as mesmas. Os contactos da sonda estão assinalados na Figura 7.5.

Este modelo de cardiocógrafos possuem um módulo *wireless* que carrega as baterias das sondas. Uma das avarias frequentes é a perda de capacidade da bateria delas, assim como os contactos do módulo onde são inseridas as sondas que quando estão sujos não permite que estas sejam carregadas. Na impossibilidade de carregamento das baterias das sondas estas são substituídas.



Figura 7.5 – Contactos da Sonda

No caso dos cabos, quando estes estavam descarnados procede-se à sua reparação através de uma manga termoretráctil, ou se não fosse possível substituíam-se o cabo. Habitualmente as avarias ocorridas devem-se ao desgaste e utilização intensa do equipamento, porém, a má utilização por parte dos utilizadores também origina mau funcionamento. No caso dos cabos, quando inserem o conector incorretamente danificam os pinos, estes acabam por se partir ou ficam tortos não permitindo a ligação. Nestas situações os pinos são alinhados na posição correta, mas quando estes são partidos recorre-se à substituição completa do cabo.

7.3 TERMÓMETROS TIMPÂNICOS

Em todas as unidades de saúde são utilizados os termómetros timpânicos, já que a monitorização da variação da temperatura corporal é uma das práticas clínicas mais exercidas em ambiente hospitalar, por ser de fácil manuseamento, apresentar o resultado num curto espaço de tempo e ser pouco invasivo para o paciente. No Hospital CUF Descobertas os termómetros timpânicos utilizados são os *Braun ThermoScan PRO 6000* da *Welch Allyn*, exibidos na Figura 7.6. Este é colocado no ouvido monitorizando continuamente a energia de infravermelhos emitida pela membrana do tímpano e tecidos circundantes, obtendo-se uma medição exata ao alcançar um equilíbrio de temperatura [33].



Figura 7.6 – Termómetro Timpânico *Braun ThermoScan PRO 6000*

7.3.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM TERMÓMETROS TIMPÂNICOS

A principal intervenção nos termómetros foi o processo de ajuste de temperatura colocando os termómetros em modo de calibração, utilizando o equipamento de teste mencionado na secção 7.1.7, dada a sua intensa utilização apresentam uma diferença de mais ou menos de 1 ou 2 graus Celsius. A intervenção consiste na limpeza dos contactos, representado na Figura 7.7, bem como, a troca das pilhas.



Figura 7.7 – Contactos Internos do Termómetro

7.4 MONITORES DESFIBRILHADORES

No Hospital CUF Descobertas são utilizados desfibriladores manuais. Estes estão localizados em todos os serviços, mas principalmente em unidades de cuidados intensivos e salas de cirurgia. Apenas profissionais qualificados e com formação podem utilizá-lo. O facto de serem manuais exige que sejam os profissionais de saúde a definir a carga de energia adequada. Os Desfibriladores Automáticos Externos definem a carga automaticamente e qualquer pessoa sem conhecimentos técnicos pode utilizar numa situação de emergência. Os desfibriladores adquiridos pelo hospital são os da *Mindray BeneHeart D3*, apresentado na Figura 7.8. No ecrã, em modo de “Desfíb Manual”, apresenta a informação do paciente, os alarmes, o ECG, a carga de energia seleccionada e o número de choques efetuados.



Figura 7.8 – Desfibrilhador *BeneHeart D3* da *Mindray*

7.4.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM MONITORES DE DESFIBRILHADORES

Este equipamento é dos mais cruciais e que têm de estar em perfeito funcionamento em caso de emergência, mesmo tendo uma verificação semestral este tem algumas avarias. Todos os dias ao ligar o equipamento é efetuado o autoteste e impresso o relatório, porém às vezes o equipamento não passa no autoteste, quando esta situação se verifica desliga-se o equipamento e volta-se a repetir o procedimento. Isto pode acontecer quando há perdas de energia repentinas, ou as baterias estão descarregadas. Como os desfibriladores são equipamentos de emergência autónomos têm bateria para serem transportados quando necessários para a sua utilização.

Por vezes, as pás de desfibrilhação também apresentam mau funcionamento bem como, os terminais do conector das pás ao desfibrilhador. Quando os pinos dos terminais do conector das pás estão danificados, é solicitado um orçamento à marca para o material a reparar, neste

caso, apenas o conector, para posteriormente efetuar a substituição do mesmo, procedimento apresentado na Figura 7.9.

Para proceder à substituição desmonta-se o equipamento, troca-se o conector danificado pelo novo e procede-se à montagem do equipamento, certificando se o conector ficou colocado na posição correta. Antes de entregar de volta ao serviço é testado pelo equipamento de teste específico e o de segurança elétrica de modo a verificar o seu funcionamento.



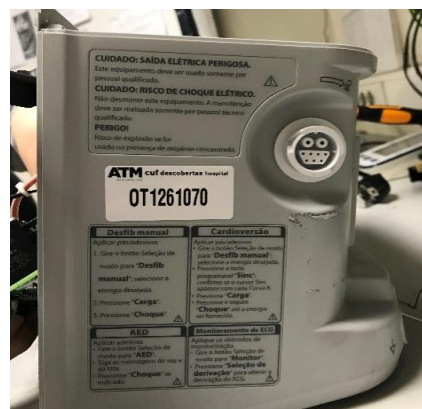
(a) Desmontagem



(b) Retirar conector danificado



(c) Conector e bateria para substituir



(d) Montagem

Figura 7.9 – Substituição do conector das pás do desfibrilhador

7.5 MONITORES DE SINAIS VITAIS E MULTIPARAMÉTRICOS

Um dos equipamentos que existe nas mais diversas marcas e modelos no Hospital CUF Descobertas são os monitores multiparamétricos (Figura 7.10 (a)) e os monitores de sinais vitais (Figura 7.10 (b)), de marcas como a *Mindray*, *Dräger* e *Philips*. Além dos monitores, existem ainda equipamentos mais simples como os esfigmomanómetros e oxímetros.



(a) Monitor Multiparamétrico



(b) Monitor de Sinais Vitais

Figura 7.10 – Monitor Multiparamétrico e de Sinais Vitais

A diferença entre os monitores multiparamétricos e os de sinais vitais é na monitorização, os multiparamétricos medem mais do que dois parâmetros. Os parâmetros a avaliar são selecionados consoante o paciente, mas também o modelo do monitor. Para situações em que seja necessário registar todos os parâmetros do paciente e guardá-los para uma análise clínica é utilizado o módulo multiparamétrico que tem sensores e armazenam todas as medições dos parâmetros. Facilita todo o processo de vigia, pois se o paciente tiver de ser movido para outra unidade basta retirar o módulo e colocá-lo noutra unidade compatível, evitando trocas de informação de paciente para paciente. Os monitores de sinais vitais por norma medem a Pressão Arterial e a Saturação Periférica de Oxigénio.

A maioria dos monitores têm alarmes que são configurados pelos profissionais de saúde. Os alarmes são acionados quando os valores dos parâmetros são superiores ou inferiores aos valores definidos por eles, assim, em situações clínicas anormais ou mau funcionamento quer nos sensores quer no equipamento, alerta os profissionais de saúde para uma assistência mais rápida e eficiente. Especialmente em pacientes com histórico clínico delicado.

É definida uma escala com valores normais de parâmetros que indicam o nível de funcionamento físico dos indivíduos como:

- **Frequência cardíaca:** 50-80 batimentos por minuto (bpm) em repouso
- **Frequência respiratória:** 16-20 respirações/minuto
- **Pressão Arterial:** < 120 mmHg sistólica; <80mmHg diastólica
- **Temperatura:** 36°C - 37°C
- **Saturação Periférica de Oxigênio (SpO₂):** > 95%

Os parâmetros usualmente monitorizados pelo monitor multiparamétrico são:

- **Pressão Não Invasiva (NIBP):** a medição é efetuada com uma braçadeira de pressão colocada em torno do braço do paciente ou outro membro, existindo em diversos tamanhos desde neonatal até adultos com o braço superior ao normal. A manga começa a insuflar com o aumento da pressão de forma que seja superior à pressão sistólica. Posteriormente, utilizando a manga como um detetor de sinal, e quando desinsufla deteta as respetivas pressões.
- **Eletrocardiograma (ECG):** para a medição do ECG é utilizado os cabos com 3 a 5 derivações como exibido na Figura 7.11, mas também de 12 derivações, consoante a marca e modelo do monitor a utilizar.
- **Saturação Periférica de Oxigênio (SpO₂):** para a medição deste parâmetro existem diversos tipos de sensores de oxímetro como o de dedo, orelha e pulso.



Figura 7.11 – Cabos de ECG de 3 e 5 derivações

7.5.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM MONITORES DE SINAIS VITAIS E MULTIPARAMÉTRICOS

As intervenções realizadas nos monitores são, essencialmente, em cabos descarnados pela intensa desinfeção e utilização, braçadeiras com fuga devido à intensa utilização acabam por se desgastar, capacidade de armazenamento das baterias dos monitores, monitores partidos devido a quedas, problemas na placa controladora são algumas avarias onde é necessário a sua intervenção.

Como mostra a Figura 7.12 , foi substituído a parte externa do monitor por este ter sofrido uma queda, quanto aos cabos, normalmente é feita a substituição de imediato consoante o *stock*, caso contrário, é realizada, se possível, a reparação. Para a realização da substituição da parte externa é necessário abrir o monitor, desmontá-lo e retirar a parte assinalada na figura abaixo, que contém o circuito e os componentes do monitor. Durante este procedimento é necessário ter atenção às ligações e conectores para não descarnar cabos ou mesmo parti-los. Por fim, montar todo o equipamento e realizar os testes funcionais para certificar o seu funcionamento.

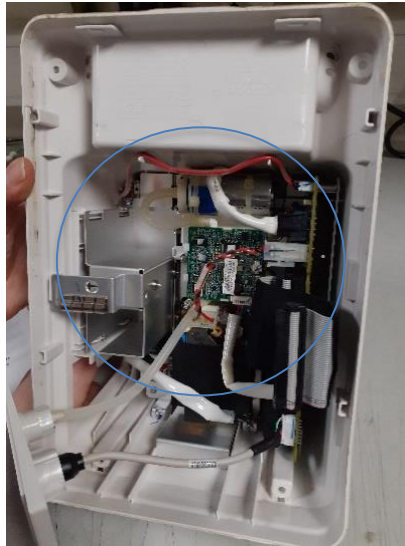


Figura 7.12 – Parte Interna do Monitor de Sinais Vitais

7.6 INCUBADORAS NEONATAIS E BERÇOS AQUECIDOS

As incubadoras neonatais visam a criar um ambiente propício e livre de ameaças a bebês prematuros com poucas defesas. Nelas é possível controlar a temperatura, humidade e oxigénio. Emitem luz e nível sonoro apropriado para o recém-nascido. No Hospital CUF Descobertas existem incubadoras da marca *Dräger* e *GE Healthcare* as quais foram frequentemente intervencionadas, Figura 7.13 (a) e (b), respetivamente.



(a) Incubadora Neonatal CALEO da *Dräger*



(b) Incubadora Neonatal *Giraffe* da GE

Figura 7.13 – Incubadoras Neonatais

Para manter a temperatura interna e os restantes parâmetros constantes, a incubadora contém um motor elétrico, que aciona um dispositivo com a função de fazer com que o ar aquecido circule estritamente naquele ambiente [34].

São apresentados os componentes da incubadora e a sua definição e/ou função [34]:

- **Campânula:** permite isolar o recém-nascido e manter o ambiente, o seu material é de acrílico e transparente possibilitando a visualização do bebé.
- **Portas, Entradas laterais e frontais:** tem vários acessos para a introdução de eléctrodos, tubo para ventilação pulmonar e outras necessidades que o recém-nascido necessita permitindo a mobilização sem ser necessário retirar o bebé.
- **Circuito Monitorizado de Temperatura:** um dos sensores é inserido onde o ar tem acesso à campânula e os restantes são colocados sobre a pele do bebé prematuro. Para segurança a incubadora contém um termostato de segurança que em caso de aumentos de temperatura acima de 38°, acionam alarmes e desliga-se automaticamente.
- **Sistema de Circulação de Ar:** Existe um ventilador à entrada de ar do sistema de circulação e o ar quente acede à região próxima dos pés do recém-nascido. O aquecedor é colocado de modo que a resistência não entre em contacto com a carcaça da incubadora.

A incubadora tem acessos laterais para os profissionais de saúde e familiares terem facilidade no acesso ao recém-nascido sem ter de abrir a campânula, para manter o mais possível os parâmetros constantes.

Além de estes componentes, a incubadora ainda contém filtros, entradas de oxigénio, circuitos de alarme, sensores, humidificadores, controlo de posicionamento do recém-nascido e fontes de alimentação.

Relativamente aos berços aquecidos, estes são utilizados também nos primeiros meses de vida do recém-nascido. Tem algumas parecenças com as incubadoras como as paredes serem do mesmo material, de acrílico. Apesar da semelhança destes dois equipamentos, a incubadora não pode ser substituída pelo berço aquecido.

O berço aquecido possui um aquecedor radiante localizado na área do colchão, que elimina as perdas de calor por radiação e condução, mas não as causadas por convecção e evaporação, as quais a incubadora consegue eliminar. Ajuda a estabelecer um estado metabólico mínimo e manter a temperatura dentro da faixa normal estabelecida [34].

Da mesma forma que a incubadora contém vários componentes, o mesmo acontece com o berço aquecido, sendo ele composto por [34]:

- Sistema de calor radiante com iluminação auxiliar;
- Sistema de monitor autotermostato;
- Prateleiras auxiliares giratórias para monitores, bombas de infusão;
- Cama Hidráulica;
- Suporte de soro;
- Módulo de reanimação completo.

O esquema apresentado na Figura 7.14 apresenta diferenças relativamente às formas de perda de calor.

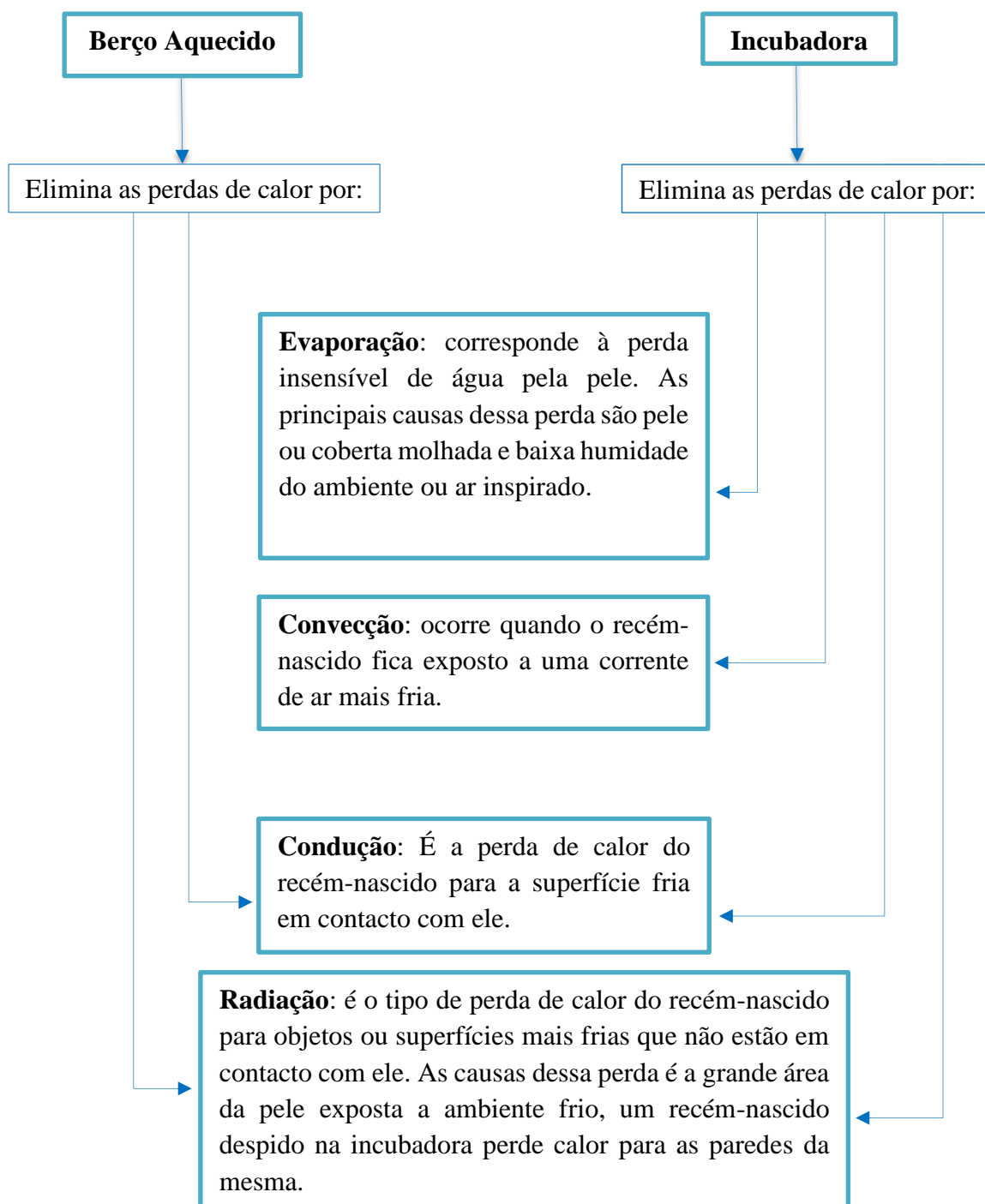


Figura 7.14 – Perdas de calor - Berço Aquecido e Incubadora

7.6.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM INCUBADORAS NEONATAIS

As intervenções mais frequentes em incubadoras foram avarias na calibração do sensor/célula de oxigénio (Figura 7.15) e campânulas partidas. Habitualmente, quando se liga a incubadora ela faz uma verificação inicial, frequentemente, esta indica que a célula de oxigénio necessita de calibração. Neste caso, efetua-se a calibração, quando este procedimento não resulta, ou o próprio equipamento indica que a célula de oxigénio está vencida, é feita uma verificação das células, ou seja, retiram-se as células, verifica-se a validade das mesmas e o tempo que esta está sendo utilizada, e efetua-se a troca das mesmas.



Figura 7.15 – Célula de Oxigénio (O₂)

7.7 ELETROBISTURIS

O eletrobisturi, também conhecido por bisturi elétrico, é um instrumento cirúrgico utilizado em eletrocirurgias, é específico para realizar o corte de tecidos (cauterização) limitando o sangramento (coagulação), de modo a evitar hemorragias. Isto é, utilizam corrente elétrica de alta frequência para cortar o tecido e controlar o sangramento ao provocar coagulação. É também utilizado maioritariamente em todas as especialidades cirúrgicas como dermatologia, ginecologia, cardíaca, plástica, neurocirurgia entre outras.

Na eletrocirurgia, a corrente elétrica é produzida por um gerador e através de um eletrodo ativo chega ao paciente e atua no tecido biológico a tratar [35]. Tem dois efeitos terapêuticos o corte e a coagulação, a corrente de alta densidade provoca um efeito de calor que resulta da destruição do tecido. Os eletrodos podem ser ativados por um interruptor manual (por exemplo, na caneta/pinça) ou interruptor de pé, por exemplo, o pedal [36].

Existem dois modos utilizados pelo eletrobisturi, o modo monopolar e o modo bipolar. No modo monopolar, a corrente elétrica é enviada até ao paciente por meio de um cabo e um eletrodo ativo. A corrente retorna para a unidade por meio de uma placa neutro, evitando a intensidade de calor que pode provocar queimaduras graves. No modo bipolar, os dois eletrodos, usualmente as pontas da pinça bipolar ou tesoura bipolar, entram no lugar dos condutores ativo e dispersivo do modo monopolar [36]. A Figura 7.16 seguinte exemplifica os dois modos acima referidos.

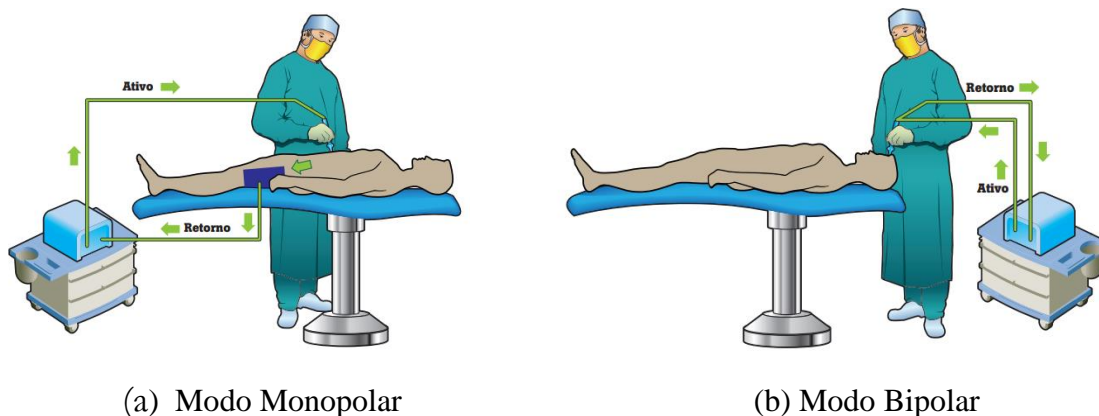


Figura 7.16 – Modos de Utilização no Eletrobisturi

7.7.1 INTERVENÇÕES DE MANUTENÇÃO EM ELETROBISTURIS

Os eletrobisturis intervencionados foram principalmente das seguintes marcas, *Erbe, KLS Martin, ValleyLab, Hyfrecator, Olympus, Conmed, Celon Lab* de diversos modelos. A Figura 7.17 exibe um eletrobisturi da marca ERBE do modelo VIO 300 D, este permite gravar programas para determinada cirurgia definindo a potência desejada e o efeito para o corte como para a coagulação. Na mesma figura, do lado direito estão os conectores para a inserção dos cabos para o modo de utilização, neste caso, a vermelho o conector bipolar, abaixo a azul tem o monopolar e a verde onde se conecta o cabo da placa neutro ao utilizar em modo monopolar.



Figura 7.17 – Eletrobisturi ERBE VIO 300 D

Habitualmente as avarias mais comuns neste tipo de equipamentos é o desgaste devido à intensa utilização, nomeadamente nos cabos monopolar e bipolar. Nos pedais é frequente os cabos danificarem-se nos terminais dos conectores devido à incorreta inserção na conexão do equipamento e por vezes estão partidos ou tortos provocando mau contacto. A Figura 7.18 exhibe alguns acessórios necessários para a utilização do eletrobisturi.



(a) Caneta Monopolar



(b) Pinça Bipolar



(c) Cabo e Placa Neutro

Figura 7.18 – Acessórios do Eletrobisturi

8 CONCLUSÃO

O estágio curricular descrito ao longo do presente relatório foi muito proveitoso relativamente à aquisição de conhecimentos e impactante positivamente, a nível profissional e pessoal. Possibilitou uma aprendizagem e uma visão da realidade do trabalho que se pode exercer nesta área após o término deste percurso académico.

Permitiu adquirir e desenvolver competências na área de manutenção de equipamentos médicos, e ter uma primeira interação com diversos equipamentos. Inicialmente, houve um processo de adaptação e acompanhamento de toda a equipa, observando todos os procedimentos a realizar em cada intervenção. De forma gradual, foi dada à aluna autonomia para realizar intervenções sob supervisão. Posteriormente, a aluna autonomamente realizava intervenções e processos burocráticos e só no final é que verificavam o funcionamento do equipamento. Todo este processo, possibilitou uma maior autoconfiança e consolidação de diversos conhecimentos como:

- Gestão de Manutenção Hospitalar;
- Manutenções Preventivas e Corretivas;
- Acompanhamento e levantamento dos equipamentos médicos para a sua beneficiação ou substituição de componentes.

A nível pessoal foi gratificante criar laços com os colegas, o apoio, a motivação, e em especial, a entajuda dentro da equipa promoveu uma maior ambição e confiança para querer melhorar e adquirir um maior conhecimento na área.

REFERÊNCIAS

- [1] “ATM - Manutenção Total,” 2008. [Online]. Available: <https://atmtotal.com/sobre/#tab-quem-somos>. [Acedido em janeiro 2022].
- [2] “ATM - Manutenção Total: Saúde,” 2018. [Online]. Available: <https://atmtotal.com/areas-negocio/saude/>. [Acedido em janeiro 2022].
- [3] “Google Maps,” [Online]. Available: <https://www.google.pt/maps>. [Acedido em fevereiro 2022].
- [4] “Hospital CUF Descobertas,” 2020. [Online]. Available: <https://www.cuf.pt/hospitais-e-clinicas/hospital-cuf-descobertas>. [Acedido em janeiro 2022].
- [5] J. P. S. Cabral, *Organização e Gestão da Manutenção*, Lisboa: LIDEL - Edições Técnicas, 2004.
- [6] I. P. d. Qualidade, “Terminologia da Manutenção,” *NP EN 13306:2007*, p. 11, 2007.
- [7] L. A. Ferreira, “Uma Introdução à Manutenção,” Porto, Publindústria, Edições Técnicas, 1998.
- [8] R. Assis, “Apoio à Decisão em Gestão da Manutenção,” LIDEL - Edições Técnicas, 2004.
- [9] I. Fonseca, *Material de apoio à Unidade Curricular de Manutenção de Equipamentos e Instalações*, Coimbra: ISEC, 2021.
- [10] ISO, “Benefits of standards,” [Online]. Available: <https://www.iso.org/benefits-of-standards.html>. [Acedido em setembro 2022].
- [11] IEC, “About us,” [Online]. Available: <https://www.iec.ch/about-us>. [Acedido em setembro 2022].
- [12] ISO, “About us,” [Online]. Available: <https://www.iso.org/about-us.html>. [Acedido em setembro 2022].
- [13] ANSI, “About ANSI,” [Online]. Available: <https://www.ansi.org/about/introduction>. [Acedido em setembro 2022].
- [14] AAMI, “About AAMI,” [Online]. Available: <https://www.aami.org/about-aami>. [Acedido em setembro 2022].

- [15] NSF, “About NSF,” [Online]. Available: <https://www.nsf.org/about-nsf>. [Acedido em setembro 2022].
- [16] IEC, “International Standard IEC 60601-1,” *Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance*, 12 2005.
- [17] ISO, “International Standard ISO 9000:2015,” *Quality management systems - Fundamentals and vocabulary*, setembro 2015.
- [18] ISO, “ISO 9000 family Quality management,” 20 abril 2021. [Online]. Available: <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>. [Acedido em outubro 2022].
- [19] KERDNA, “Gestão de Qualidade ISO 9001,” [Online]. Available: <https://gestao-de-qualidade.info/iso-9001.html>. [Acedido em outubro 2022].
- [20] IEC, “IEC 62353:2014,” 2014. [Online]. Available: <https://webstore.iec.ch/publication/6913>. [Acedido em outubro 2022].
- [21] ISO, “International Standard ISO 14971,” *ISO 14971 Medical devices - Application of risk management to medical devices*, 2007.
- [22] C. G. M. n. Saúde, *Metrologia na Saúde - Guia de Boas Práticas, Parte II, Capítulo III Bombas de Perfusão*, 2017.
- [23] M. d. J. C. S. Harada e M. d. L. G. Pedreira, “Terapia Intravenosa e Infusões,” Brasil, Yendis Editora Lda., 2011.
- [24] W. H. Organization, “Pulse Oximetry Trainig Manual,” 2011.
- [25] L. Feitosa, “Sistema de Condução Elétrica Do Coração,” Passei direito, [Online]. Available: <https://www.passeidireto.com/arquivo/89715969/sistema-de-conducao-eletrica-do-coracao>. [Acedido em junho 2022].
- [26] P. D. A. T. Nunciaroni, “Interpretação do Eletrocardiograma,” [Online]. [Acedido em setembro 2022].
- [27] M. & H. p. R. Agency, “Blood pressure measurement devices,” pp. 3-4, Janeiro 2021.
- [28] P. D. E. Galvão, “Pressão Arterial Invasiva (PAI),” MultiSaúde Educacional, 2018. [Online]. [Acedido em setembro 2022].
- [29] “NextBiTT,” 2021. [Online]. Available: <https://www.nextbitt.com/pt/nextbitt>. [Acedido em junho 2022].
- [30] F. Biomedical, “VT MOBILE Gas Flow Analyzer Operators Manual,” Fluke Corporation, 2006.
- [31] M. A. D. C. Alves, “Bombas De Infusão: Operação, Funcionalidade e Segurança,” Florianópolis, 2022.

- [32] E. Instruments, “Service Manual F9 Fetal & Maternal Monitor,” Edan Instruments, Inc. 2009-2010, 2010.
- [33] W. Allyn, “Welch Allyn Termómetro timpânico Braun ThermoScan PRO 6000,” 2015.
- [34] MedLins, “Tecnologia em Sistemas Biomédicos,” maio 2014. [Online]. Available: <http://tecsistemasbiomedicos.blogspot.com/search?q=incubadoras>. [Acedido em outubro 2022].
- [35] Dimave, “Bisturi Elétrico, o que é, e como funciona.,” agosto 2022. [Online]. Available: <https://dimave.com.br/bisturi-eletrico-o-que-e-e-como-funciona/>. [Acedido em outubro 2022].
- [36] F. Biomedical, “10 práticas recomendadas para testar unidades eletrocirúrgicas,” 2015. [Online]. [Acedido em outubro 2022].