



# isec

## Engenharia

MESTRADO EM INSTRUMENTAÇÃO  
BIOMÉDICA

**Procedimentos de Manutenção de  
Dispositivos de Eletromedicina:  
Estágio na ATM e Althea**

Autor

**Joana Rita Bandeira Coelho Geitoeira Eloy**

Orientador

**Professora Doutora Fernanda de Madureira Coutinho**

**Professor Doutor José Torres Farinha**

Coimbra, fevereiro de 2020

DEFINITIVO





# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA

### **Procedimentos de Manutenção de Dispositivos de Eletromedicina: Estágio na ATM e Althea**

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

Autor

**Joana Rita Bandeira Coelho Geitoeira Eloy**

Orientador

**Professora Doutora Fernanda Madureira Coutinho**

**Professor Doutor José Torres Farinha**

Supervisor na empresa      ATM e Althea

**Mestre Patrícia Sousa**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA



# Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer aos meus orientadores, Doutora Fernanda Coutinho e Doutor José Torres Farinha, pela disponibilidade, orientação e compreensão constantes.

Agradecer também à ATM e à Althea por me terem acolhido e me terem disponibilizado as ferramentas necessárias para crescer enquanto pessoa e profissional.

À Eng. Patrícia, técnica de eletromedicina, quero agradecer por toda a paciência, pela orientação e partilha de conhecimento e pelo acompanhamento atento e preocupado ao longo do estágio.

Ao Sr. Ernesto, técnico de infraestruturas, agradeço todo o carinho com o qual sempre fui tratada, como se já fizesse parte da “equipa”.

Ao Eng. Telmo Rodrigues, gestor de manutenção do hospital CUF Coimbra, o meu enorme agradecimento por todo o conhecimento partilhado e por me ensinar o verdadeiro espírito de equipa.

Ao Nuno Ribeiro, coordenador de manutenção na ATM, pela partilha de conhecimento e pelos conselhos e críticas construtivas.

À Carina, Cátia e Carolina agradeço a amizade, a compreensão e afeto com que me acolheram.

Aos meus companheiros de curso, Márcia e Paulo, pelas alegrias e tristezas partilhadas. Pela amizade e companheirismo.

Ao Gonçalo, o meu namorado, por toda a paciência, apoio e dedicação infundáveis, que me deram a força para não desistir.

Por fim, não menos importante, gostaria de agradecer à minha família por todo o carinho e apoio ao longo da minha vida. Aos meus pais, pelo amor e dedicação incondicionais. Ao meu irmão, por todos os conselhos.



# Resumo

Este relatório descreve as atividades realizadas no âmbito do estágio curricular inserido no plano curricular do Mestrado em Instrumentação Biomédica (MIB), do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. O estágio decorreu no ano letivo 2019/2020 e foi concretizado em duas empresas distintas de manutenção de equipamentos hospitalares: a empresa ATM – Assistência Total em Manutenção e a Althea Portugal - Gestão Integrada de Tecnologia de Saúde, que, apesar de apresentarem diferentes rotinas e métodos de trabalho, têm o objetivo comum de preservar os equipamentos médicos e manter o seu bom funcionamento. O local de estágio manteve-se ao longo do todo o estágio, tendo este sido o Hospital CUF Coimbra.

O principal objetivo do estágio foi a integração, com cariz profissionalizante, numa equipa de trabalho dedicada à gestão e manutenção de equipamentos de eletromedicina, em contexto hospitalar, e entender toda a realidade subjacente a esta atividade. Para atingir esse objetivo, foram delineadas etapas intermédias designadamente: conhecer o sistema de gestão da manutenção utilizado, tomar contacto com diversos equipamentos de eletromedicina e aprender o seu princípio de funcionamento, aprender quais os procedimentos subjacentes à manutenção preventiva e corretiva, e colaborar na realização dos mesmos.

Este documento descreve as principais tarefas realizadas ao longo do estágio. Nesse sentido, é feita uma breve descrição de diversos equipamentos de eletromedicina observados ao longo do período de estágio, bem como descritos os procedimentos das intervenções de manutenção preventiva e corretiva observadas e realizadas aos mesmos. São ainda apresentados os equipamentos de teste utilizados nos procedimentos das intervenções e documentadas as normas gerais de eletromedicina, bem como as normas aplicáveis a cada tipo de equipamento médico.

O período de estágio permitiu a aprendizagem do funcionamento de uma entidade cujo foco é a manutenção de equipamentos de eletromedicina, bem como a perceção da enorme importância que uma manutenção disciplinada e cuidada tem na prestação de cuidados de saúde e na fiabilidade e período de vida de um equipamento.

**Palavras-chave:** Manutenção Hospitalar, Equipamento Médico, Eletromedicina, Manutenção Preventiva, Manutenção Corretiva



# Abstract

This document reports the activities carried out over the course of the curricular internship included in the master's degree in Biomedical Instrumentation. The curricular internship took place in the academic year of 2019/2020 and was carried out in two different hospital equipment maintenance companies: ATM and Althea, which, although have different routines and working methods, have the common goal of providing medical equipment and maintaining its proper functioning. The internship location remained throughout the internship, this being the Hospital CUF Coimbra.

The main objective of the internship was to integrate, with a professional nature, a work team dedicated to the management and maintenance of electromedicine equipment, in a hospital context, and to understand the whole reality underlying this activity. In order to achieve this objective, intermediate steps were outlined, namely: knowing the maintenance management system used, making contact with various electromedicine equipment and learning its operating principle, learning about the procedures underlying preventive and corrective maintenance, and collaborating in the realization of the same.

This document reports and describes the path taken during the internship period. Many different electromedical equipment observed throughout the internship period are presented in this report, as well as described the procedures for preventive and corrective maintenance interventions observed and performed on them. There are also presented numerous test equipment used in the procedures of interventions and documented the general standards of electromedicine, as well as the standards applicable to each type of medical equipment.

The internship period allowed learning the functioning of an entity whose focus is the maintenance of electromedical equipment, as well as the perception of the enormous importance that a disciplined and careful maintenance has in the provision of health care and in the reliability and life cycle of an equipment.

**Keywords:** Hospital Maintenance, Medical Equipment, Electromedicine, Preventive Maintenance, Corrective Maintenance



# Notas de Redação

As descrições, análises e ações de manutenção de equipamentos de eletromedicina apresentados neste relatório documentam a experiência de estágio da aluna numa perspetiva académica e de aprendizagem, não devendo a informação incluída neste documento ser utilizada como referência para ações concretas em ambiente médico. Ações concretas em ambiente médico devem ser sempre efetuadas por entidades e profissionais qualificados, respeitando os padrões aplicáveis e as recomendações específicas dos fabricantes para cada tipo de equipamento.

## Disclaimer

The descriptions, analyses and maintenance actions for electromedical equipment presented in this report document the student's internship experience from an academic and learning perspective, and the information contained in this document should not be used as a reference for concrete actions in the medical environment. Concrete actions in the medical environment must always be carried out by qualified entities and professionals in compliance with applicable standards and manufacturers' specific recommendations for each type of equipment.



# Índice

<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>III</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>XVII</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 ÂMBITO E OBJETIVOS .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 INSTITUIÇÕES DE ACOLHIMENTO.....</b>	<b>2</b>
1.2.1 ATM .....	2
1.2.2 Althea .....	3
1.2.3 Caracterização do Local de Estágio.....	3
<b>1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO 2: O PAPEL DA MANUTENÇÃO EM AMBIENTE HOSPITALAR.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 CONCEITO DE MANUTENÇÃO .....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Objetivos da Manutenção .....	5
2.1.2 Tipos de Manutenção.....	7
2.1.2.1 Manutenção Preventiva.....	7
2.1.2.2 Manutenção corretiva .....	7
<b>2.2 EQUIPAMENTOS DE TESTE .....</b>	<b>8</b>
2.2.1 Equipamento de Teste de Segurança Elétrica .....	8
2.2.2 Equipamento de teste de Sinais Vitais .....	9
2.2.3 Equipamento de teste para Sistemas de Infusão .....	10
2.2.4 Equipamento de teste de Simulação Fetal.....	11

2.2.5 Equipamento de teste de desfibriladores .....	11
2.2.6 Luxímetro .....	12
2.2.7 Multímetro .....	12
<b>2.3 DISPOSITIVO MÉDICO .....</b>	<b>13</b>
2.3.1 Propriedades .....	13
2.3.2 Classificação .....	14
<b>2.4 PAPEL DE UM ENGENHEIRO BIOMÉDICO NO HOSPITAL.....</b>	<b>16</b>
2.4.1 Procedimento de entrada de um dispositivo de electromedicina no hospital .....	17
2.4.2 Protocolo de manutenção de um equipamento de electromedicina .....	17
<b>2.5 INDICADORES DE DESEMPENHO .....</b>	<b>18</b>
2.5.1 Tempo médio entre falhas .....	20
2.5.2 Tempo médio de reparação .....	20
2.5.3 Tempo médio de espera .....	21
2.5.4 Disponibilidade .....	21
2.5.5 MTBF E MTTR.....	21
<b>2.6 NORMAS UTILIZADAS EM ELETROMEDICINA.....</b>	<b>22</b>
2.6.1 Normas gerais .....	23
2.6.1.1 ISO 9001 .....	23
2.6.1.2 ISO 14971 .....	23
2.6.1.3 IEC 60601 .....	23
2.6.1.4 IEC 62353 .....	23
2.6.1.5 NP EN 15341.....	24
2.6.2 Normas específicas aos dispositivos .....	24
2.6.2.1 ISO 9919 – Oximetria de Pulso.....	24
2.6.2.2 IEC 60601-2-25 - Eletrocardiograma .....	24
2.6.2.3 ANSI/AAMI EC13 - Eletrocardiograma.....	24
2.6.2.4 IEC 60601-2-2 – Dispositivo de Eletrocirurgia.....	25
 <b>CAPÍTULO 3: DISPOSITIVOS INTERVENCIONADOS E RESPETIVOS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....</b>	 <b>27</b>
<b>3.1 DISPOSITIVOS DE MONITORIZAÇÃO .....</b>	<b>27</b>
3.1.1 Monitores Multiparamétricos .....	27
3.1.1.1 Manutenção Preventiva.....	30
3.1.2 Esfigmomanómetro.....	34
3.1.2.1 Esfigmomanómetro Manual .....	35
3.1.2.1.1 Manutenção Preventiva .....	35
3.1.2.2 Esfigmomanómetro Digital .....	37
3.1.2.2.1 Manutenção Preventiva .....	37
3.1.4 Oxímetro.....	38
3.1.4.1 Manutenção Preventiva.....	38

<b>3.2 DISPOSITIVOS DE BLOCO .....</b>	<b>39</b>
3.2.1 Bomba de Infusão .....	39
3.2.1.1 Bomba de infusão volumétrica .....	40
3.2.1.1.1 Manutenção Preventiva .....	40
3.2.1.2 Bomba de infusão com seringa .....	42
3.2.1.2.1 Manutenção Preventiva .....	43
3.2.2 Aspirador de Secreções .....	44
3.2.2.1 Manutenção Preventiva.....	44
3.2.3 Bomba de irrigação .....	45
3.2.3.1 Manutenção Preventiva.....	46
3.2.4 Agitador de tubos.....	47
3.2.3.1 Manutenção Preventiva.....	47
3.2.5 Aquecedor de Sangue e Fluidos.....	48
3.2.5.1 Manutenção Preventiva.....	49
3.2.6 Microscópio Ótico .....	49
3.2.6.1 Manutenção Preventiva.....	50
<b>3.3 DISPOSITIVOS DE EMERGÊNCIA.....</b>	<b>51</b>
3.3.1. Desfibrilhador .....	51
3.3.1.1 Manutenção Preventiva.....	51
<b>3.4 DISPOSITIVOS DE CARDIOLOGIA.....</b>	<b>53</b>
3.4.1 Eletrocardiógrafo .....	53
3.4.1.1.1 Manutenção Preventiva.....	53
3.4.2 Holter.....	55
3.4.2.1 Manutenção Preventiva.....	56
3.4.3 Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial .....	57
3.4.3.1 Manutenção Preventiva.....	58
3.4.4 Prova de Esforço .....	59
3.4.3.1 Manutenção Preventiva.....	59
<b>3.5 DISPOSITIVOS DE NEONATOLOGIA E OBSTETRÍCIA .....</b>	<b>61</b>
3.5.1 Cardiotocógrafo .....	61
3.5.1.2 Manutenção Preventiva.....	62
<b>3.6 DISPOSITIVOS DE AUDIOLOGIA .....</b>	<b>63</b>
3.6.1 Irrigador Calórico de Ar .....	63
3.6.1.1 Manutenção Preventiva.....	63
<b>3.7 MATERIAL HOSPITALAR .....</b>	<b>64</b>
3.7.1 Camas Elétricas .....	64
3.7.1.1 Manutenção Preventiva.....	65
3.7.2 Marquesa cirúrgica.....	66
3.7.2.1 Manutenção Preventiva.....	67
3.7.3 Candeeiro Cirúrgico.....	67
3.7.3.1 Manutenção Preventiva.....	68

<b>3.8 CALIBRAÇÕES</b> .....	<b>69</b>
3.8.1 Frigoríficos .....	69
3.8.2 Balanças .....	70
3.8.2 Sondas de temperatura .....	70
<b>3.9 REGISTO DE INTERVENÇÃO</b> .....	<b>71</b>
<b>CAPÍTULO 4: DISPOSITIVOS INTERVENCIONADOS E RESPETIVOS PROCEDIMENTOS DE MANUTENÇÃO CORRETIVA</b> .....	<b>73</b>
<b>4.1 LARINGOSCÓPIO</b> .....	<b>73</b>
4.1.1 Manutenção Corretiva .....	73
<b>4.2 MARQUESA CIRÚRGICA</b> .....	<b>74</b>
4.2.1 Manutenção Corretiva .....	75
<b>4.3 ECÓGRAFO</b> .....	<b>75</b>
4.3.1 Manutenção Corretiva .....	76
<b>4.4 MESA DE OFTALMOLOGIA</b> .....	<b>77</b>
4.4.1 Manutenção Corretiva .....	77
<b>4.5 MÁQUINA DE LAVAR E DESINFETAR ARRASTADEIRAS</b> .....	<b>78</b>
4.4.1 Manutenção Corretiva .....	78
<b>CAPÍTULO 5 – OUTRAS ATIVIDADES ABORDADAS DURANTE O ESTÁGIO</b> .....	<b>79</b>
<b>5.1 FORMAÇÕES</b> .....	<b>79</b>
5.1.1 Balança de Análise Corporal .....	79
5.1.2 Equipamento Urodinâmico .....	80
5.1.3 Selador de Sacos .....	80
<b>5.2 INVENTÁRIOS</b> .....	<b>81</b>
5.2.1 Inventário de Eletromedicina .....	81
5.2.2 Inventário do Armazém do Bloco .....	81
<b>5.3 INFRAESTRUTURAS</b> .....	<b>82</b>
5.3.1 Rotina Diária .....	82
5.3.2 Corte de Energia.....	82
5.3.3 Plano de Segurança de Água .....	83
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>87</b>

# Índice de Figuras

Figura 1: Cronograma das atividades realizadas ao longo do estágio. ....	2
Figura 2: Logótipos das instituições de acolhimento: (a) ATM Manutenção Total; (b) Althea Group. ....	3
Figura 3: Hospital CUF Coimbra. ....	3
Figura 4: Fases do ciclo de vida de um dispositivo e respetiva taxa de avarias/falhas. ....	6
Figura 5: Equipamentos de Teste de Segurança Elétrica: (a) Rigel 288+ Electrical Safe Analyzer; (b) o Fluke Eletrical Safety Analyzer ESA609. ....	9
Figura 6: Equipamentos de teste de Sinais Vitais: (a) Rigel UNI-SiM Vital Signs Simulator; (b) Fluke Prosim 4 Vital Signs. ....	10
Figura 7: Equipamento de teste para Sistemas de Infusão. ....	10
Figura 8: Equipamento de teste do cardiocógrafa. ....	11
Figura 9: Equipamento de teste de desfibriladores. ....	11
Figura 10: Luxímetro. ....	12
Figura 11: Multímetro. ....	12
Figura 12: Classificação dos dispositivos médicos de acordo com os potenciais riscos que representam. ....	14
Figura 13: Simbologia das classes de dispositivo relativamente à proteção contra choques elétricos. ....	15
Figura 14: Simbologia da classificação das partes aplicadas relativamente à proteção contra choques elétricos: (a) Tipo B; (b) Tipo BF; (c) Tipo CF. ....	16
Figura 15: Monitor Multiparamétrico. ....	27
Figura 16: Cabo de ligação aos elétrodos para um ECG com cinco derivações. ....	29
Figura 17: <i>Display</i> do equipamento de Teste de Segurança Elétrica aquando de um teste a um monitor multiparamétrico. ....	32
Figura 18: Ligação da tomada de alimentação e dos elétrodos ao equipamento de teste e acessório, respetivamente. ....	32
Figura 19: Simulação de um sinal ECG com frequência cardíaca de 90 batimentos por minuto. ....	33
Figura 20: Simulação da pressão sistólica e diastólica. ....	33
Figura 21: Esfigmomanómetro Manual. ....	35
Figura 22: Ensaios de pressão. ....	36
Figura 23: Esfigmomanómetro Digital. ....	37
Figura 24: Oxímetro de dedo. ....	38
Figura 25: Esquema com as diferenças entre bombas de infusão volumétricas e com seringa. ....	40

Figura 26: Bomba de infusão volumétrica. ....	40
Figura 27: Ensaio de parâmetros (fluxos e pressão de oclusão) de uma bomba de infusão volumétrica. ....	42
Figura 28: Bomba de infusão com seringa. ....	42
Figura 29: Medição da tensão da bateria de uma bomba infusora. ....	43
Figura 30: Ensaio de parâmetros (fluxos e pressão de oclusão) de uma bomba de infusão com seringa. ....	44
Figura 31: Aspirador de Secreções. ....	44
Figura 32: Bomba de irrigação. ....	46
Figura 33: Teste de Segurança Elétrica a uma bomba de irrigação. ....	47
Figura 34: Agitador de tubos. ....	47
Figura 35: Aquecedor de Sangue. ....	48
Figura 36: Microscópio Ótico. ....	49
Figura 37: Sistema de comutação das lâmpadas do microscópio. ....	50
Figura 38: Desfibrilhador. ....	51
Figura 39: Eletrocardiógrafo. ....	53
Figura 40: Teste de Segurança Elétrica a um eletrocardiógrafo. ....	54
Figura 41: Ensaio de parâmetros de um eletrocardiógrafo utilizando o equipamento de teste adequado. ....	55
Figura 42: Holter. ....	56
Figura 43: Ensaio de ECG de um Holter. ....	57
Figura 44: Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial. ....	57
Figura 45: Ensaio de parâmetros de uma MAPA. ....	58
Figura 46: Prova de esforço. ....	59
Figura 47: Ensaio de parâmetros da prova de esforço. ....	60
Figura 48: Programa da prova de esforço. ....	61
Figura 49: Cardiotocógrafo. ....	61
Figura 50: Simulação de batimentos cardíacos. ....	62
Figura 51: Irrigador calórico. ....	63
Figura 52: Ensaio de temperatura de um irrigador calórico. ....	64
Figura 53: Cama elétrica. ....	65
Figura 54: Teste de Segurança Elétrica a uma cama elétrica: colocação num ponto metálico. ....	65
Figura 55: Medição da carga das baterias de uma cama elétrica. ....	66
Figura 56: Marquesa Cirúrgica. ....	66
Figura 57: Candeeiro Cirúrgico. ....	68
Figura 58: Ensaio de luminosidade de um candeeiro cirúrgico utilizando um luxímetro. ....	69
Figura 59: Frigorífico de medicamentos. ....	70
Figura 60: Sonda de temperatura Vigie. ....	70

Figura 61: Laringoscópio.....	73
Figura 62: Medição, com o multímetro, da carga da bateria do laringoscópio.....	74
Figura 63: Laringoscópio desmontado para posterior colocação de produto para sistemas elétricos.....	74
Figura 64: Substituição de pilha de comando de uma marquesa cirúrgica.....	75
Figura 65: Ecógrafo.....	75
Figura 66: Filtro de um ecógrafo.....	76
Figura 67: Antes e depois da limpeza do filtro.....	76
Figura 68: Mesa de oftalmologia.....	77
Figura 69: Estado dos cabos antes e depois da intervenção.....	77
Figura 70: Máquina de lavar arrastadeiras.....	78
Figura 71: Eletroímã da máquina de lavar e desinfetar arrastadeiras: (a) remoção do eletroímã avariado; (b) eletroímã avariado e eletroímã de substituição.....	78
Figura 72: Balança de Análise Corporal Tanita.....	79
Figura 73: Equipamento Urodinâmico.....	80
Figura 74: Selador de Sacos.....	81
Figura 75: Grupo gerador.....	83



# Índice de Tabelas

Tabela 1: Classificação dos valores de pressão arterial. ....	29
Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos métodos auscultatório e oscilométrico utilizados na medição da pressão arterial. ....	34



# Lista de Acrónimos

AAMI	<i>Association for the Advancement of Medical Instrumentation</i>
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
ATM	Assistência Total em Manutenção
bpm	batimentos por minuto
DAE	Desfibrilhador Automático Externo
ECG	Eletrocardiograma
IEC	<i>International Certification Network</i>
IPAC	Instituto Português de Acreditação
IPQ	Instituto Português de Qualidade
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
MAPA	Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial
MIB	Mestrado em Instrumentação Biomédica
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i>
MWT	<i>Mean Waiting Time</i>
NFS	<i>National Sanitation Foundation</i>
NIBP	<i>Non-invasive Blood Pressure</i>
PA	Pressão Arterial
PCR	Paragem Cardio-Respiratória
PSA	Plano de Segurança de Água
SBV	Suporte Básico de Vida



# CAPÍTULO 1: Introdução

Neste capítulo é feita uma breve apresentação dos objetivos do estágio curricular. Por fim, é descrita a organização do relatório, do cronograma e das instituições de acolhimento.

## 1.1 Âmbito e Objetivos

O estágio descrito neste relatório foi realizado no âmbito da unidade curricular anual de Projeto/Estágio do segundo ano do Curso de Mestrado em Instrumentação Biomédica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Sendo considerada a última grande etapa antes da conclusão do mestrado, assume-se como uma preparação para o mercado de trabalho e aquisição de conhecimentos sobre o funcionamento daquela que se pretende ser a área profissional a exercer no futuro.

O estágio teve como principal objetivo integrar a aluna numa equipa de manutenção de electromedicina, permitindo obter competências, aprofundar conhecimentos e compreender o funcionamento da área de electromedicina na área hospitalar, bem como entender, no terreno, como esta se interliga com todas os restantes departamentos, todas necessárias para o bom funcionamento de um Hospital.

Os objetivos secundários são os seguintes:

- Conhecer as responsabilidades de um técnico de electromedicina em contexto hospitalar;
- Adquirir experiência de situações reais do trabalho de um técnico de electromedicina;
- Acompanhar e realizar intervenções de manutenção preventiva e corretivas;
- Obter conhecimentos na área de manutenção de dispositivos de electromedicina (funcionamento e manutenção, em geral).

Na Figura 1 é apresentado o cronograma do estágio, espelhando as atividades desenvolvidas ao longo do mesmo.

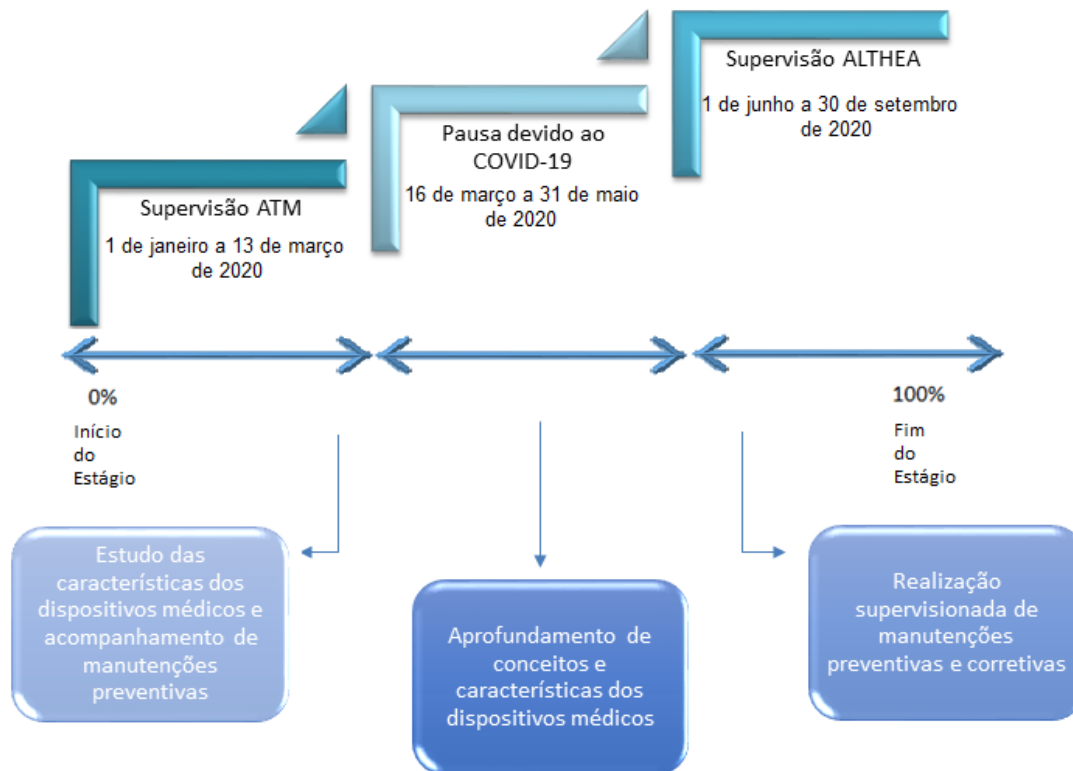


Figura 1: Cronograma das atividades realizadas ao longo do estágio.

## 1.2 Instituições de Acolhimento

Nesta subcapítulo são apresentadas as instituições de acolhimento do estágio, ATM e Althea, sendo feita uma breve descrição. Inicialmente, a aluna foi integrada na ATM. Após o confinamento, a aluna regressou ao estágio no mesmo local, mas sob responsabilidade da Althea (empresa que, entretanto, veio substituir a ATM, na manutenção, no hospital CUF Coimbra).

### 1.2.1 ATM

A ATM – Manutenção Total resultou de um processo de fusão, em 2016, entre a própria ATM – Assistência Total em Manutenção e a Efacec – Serviços de Manutenção e Assistência (ATM - Manutenção Total, 2020).

Com mais de 25 anos de experiência, a ATM é composta por equipas qualificadas, garantindo aos seus clientes um serviço de manutenção e assistência nos domínios da eletricidade, mecânica, serralharia, AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), frio

industrial, eletrónica médica e industrial, instrumentação, automação, pneumática e hidráulica (ATM - Manutenção Total, 2020).

### 1.2.2 Althea

A Althea, cujo logótipo é um dos principais fornecedores independentes de gestão de tecnologia de saúde. Opera como um parceiro tecnológico para a prestação de serviços e manutenção de vários fornecedores de variados dispositivos médicos nas organizações de saúde públicas e privadas (Althea, 2020).

As suas equipas realizam soluções técnicas avançadas, independentemente de marcas, tecnologias e classes de dispositivos, fornecendo uma única fonte de serviços personalizados e integrados para as necessidades dos clientes. O grupo, controlado pela Permira Funds, administra atualmente mais de 1,4 milhões de dispositivos médicos em mais de 2.700 unidades de saúde em 17 países (Althea, 2020).



Figura 2: Logótipos das instituições de acolhimento: (a) ATM Manutenção Total; (b) Althea Group.

### 1.2.3 Caracterização do Local de Estágio

O estágio decorreu no Hospital CUF Coimbra (Figura 3), integrando a unidade residente de electromedicina, tendo sido possível contactar com variados dispositivos de electromedicina, bem como, a possibilidade de experienciar a cooperação entre as áreas de electromedicina e infraestruturas.



Figura 3: Hospital CUF Coimbra.

O Hospital CUF Coimbra é a unidade CUF situada no distrito de Coimbra que possibilita o acesso a serviços de saúde, em regime de internamento e ambulatório, suportado na experiência de gestão hospitalar da José de Mello Saúde (CUF Coimbra, 2020).

## 1.4 Organização do Documento

Este relatório está dividido em seis Capítulos:

- **Capítulo 1: Introdução** - é efetuado o enquadramento, apresentando os objetivos do trabalho, bem como uma breve descrição das instituições de acolhimento e apresentação do local onde se realizou o estágio;
- **Capítulo 2: Papel da Manutenção em Ambiente Hospitalar** - são apresentados os conceitos de manutenção e de dispositivo médico, bem como alguns indicadores de desempenho e normas utilizadas em eletromedicina. É também explicado o papel de um engenheiro biomédico no hospital e apresentados os equipamentos de teste utilizados;
- **Capítulo 3: Dispositivos Intervencionados e Respetivos Procedimentos de Manutenção Preventiva** - é feita uma breve explicação de cada dispositivo intervencionado ao longo do estágio, bem como dos procedimentos de manutenção preventiva realizados;
- **Capítulo 4: Dispositivos Intervencionados e Respetivos Procedimentos de Manutenção Corretiva** - é feita uma breve explicação de cada dispositivo intervencionado bem como os respetivos procedimentos de manutenção corretiva;
- **Capítulo 5: Outras atividades abordadas durante o estágio** - são expostas outras atividades realizadas ao longo do período de estágio, como inventários, formações e atividades relacionadas com infraestruturas;
- **Capítulo 6: Conclusões e Considerações Finais** - o último capítulo apresenta as principais conclusões, fazendo um resumo do trabalho realizado.

# **CAPÍTULO 2: O Papel da Manutenção em ambiente hospitalar**

Neste capítulo é realizada a apresentação do conceito básico de manutenção (Secção 2.1), especificando os seus objetivos e diferentes tipos existentes. São também apresentados, na Secção 2.2, os vários equipamentos de teste utilizados ao longo do estágio. Incidindo na manutenção em ambiente hospitalar, na Secção 2.3 é descrito o conceito de dispositivo médico bem como as suas propriedades. Por fim, na Secção 2.4 é apresentado o papel de um engenheiro biomédico no ambiente hospitalar.

## **2.1 Conceito de Manutenção**

A evolução do conceito de manutenção tem sido acompanhada pelo crescimento da sua importância, tendo-se tornado um elemento fundamental dentro das empresas e na sua interação com outras áreas. A manutenção é, muitas vezes, associada a uma grande variedade de tarefas devido à diversidade de dispositivos existentes no ambiente hospitalar, cuja condição de bom funcionamento é necessário manter e prolongar. De acordo com Torres Farinha, abordando o tema da manutenção hospitalar, “a sua manutenção segue princípios gerais válidos para qualquer empresa; contudo, a sua aplicação deve atender a certas especificidades do sistema hospitalar, tais como: os seus objetivos, necessidades, organização e cultura” (Farinha, 1997).

De acordo com a norma NP EN 13306:2017, 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” (NP EN 13306:2017, 2020).

### **2.1.1 Objetivos da Manutenção**

No ambiente hospitalar, a manutenção tem como principal objetivo assegurar a fiabilidade e qualidade dos dispositivos, garantindo a vida útil dos mesmos. O ciclo de vida de um dispositivo divide-se na fase inicial, fase de maturidade e fase final, como se pode observar na Figura 4.

Na fase inicial podem verificar-se múltiplas avarias, estando estas relacionadas com possíveis deficiências causadas pelo processo de fabrico ou má instalação do dispositivo, necessitando, desta forma, de manutenções de carácter corretivo. Na fase de maturidade, a

taxa de avarias tende a ser constante ou ligeiramente crescente, sendo as intervenções de manutenção efetuadas essencialmente de carácter preventivo. Na fase final, o dispositivo começa a degradar-se, tendendo a taxa de avarias/falhas a aumentar.

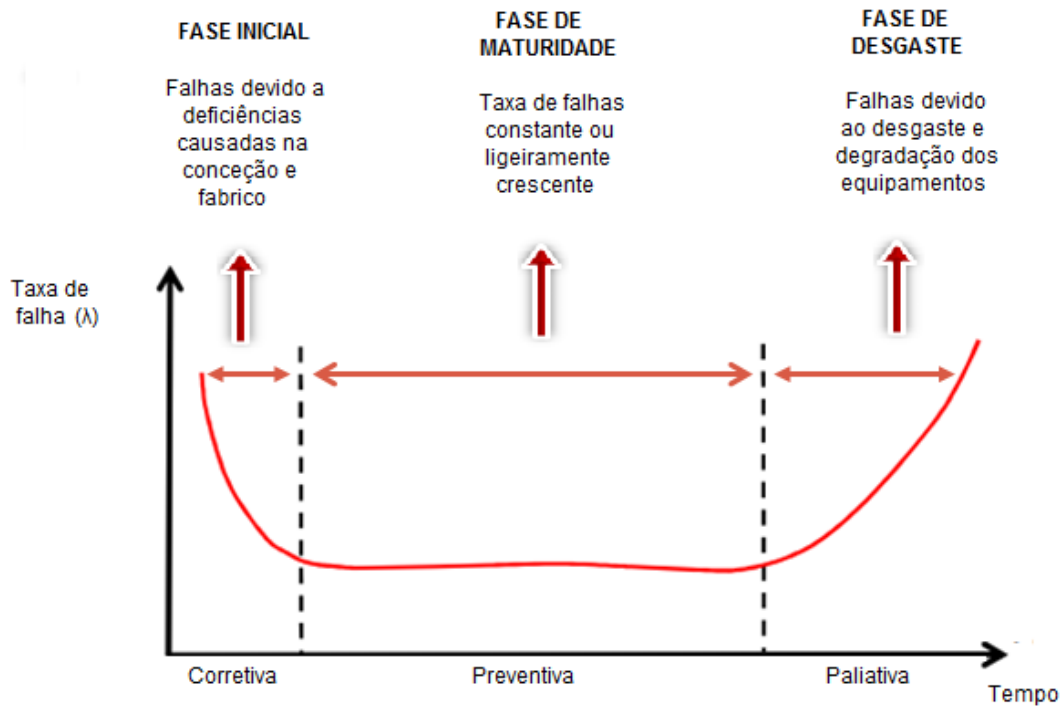


Figura 4: Fases do ciclo de vida de um dispositivo e respetiva taxa de avarias/falhas<sup>1</sup>.

A taxa de falhas,  $\lambda(t)$ , corresponde ao número de falhas ocorridas num determinado período, dividido pelo mesmo período:

$$\lambda(t) = \frac{n^{\circ} \text{ de falhas}}{\text{tempo}} \quad (1)$$

Em modo de conclusão, a manutenção tem assim como principal objetivo garantir que o dispositivo tem um elevado desempenho durante o seu ciclo de vida, fazendo as intervenções de manutenção necessárias e adequadas.

<sup>1</sup> Imagem baseada em (Fonseca I. , 2019).

## 2.1.2 Tipos de Manutenção

A classificação da manutenção está dependente e varia consoante diversos critérios e terminologias. De acordo com a norma NP EN 13306:2017, a manutenção é classificada em dois tipos: manutenção preventiva e manutenção corretiva. A informação apresentada nesta secção é baseada na norma NP EN 13306:2017.

### 2.1.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é uma manutenção planeada, organizada com antecedência, tendo por base um plano de manutenção do dispositivo em questão com o objetivo de evitar que ocorram avarias ou que o dispositivo não tenha o seu melhor desempenho. Este tipo de manutenção tem uma periodicidade definida de acordo com critérios do dispositivo em questão e decisões do gestor de manutenção.

A manutenção preventiva subdivide-se em:

- *Manutenção Sistemática* - realizada de acordo com intervalos de tempo estabelecidos ou número de unidades de funcionamento, sem investigação prévia da condição.
- *Manutenção Condicionada* - inclui uma combinação de monitorização/inspeção e/ou testes de condição, análise e ações de manutenção subsequentes.

### 2.1.2.2 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é uma manutenção proveniente de uma falha imprevista ou de emergência, tendo o objetivo de corrigir a falha em questão e repor o normal funcionamento do dispositivo.

A manutenção corretiva divide-se em:

- *Manutenção Diferida* - não é realizada imediatamente após a deteção de uma falha, atrasando de acordo com as respetivas regras de manutenção.
- *Manutenção Imediata* - realizada imediatamente após a deteção de uma falha, de forma a evitar consequências inaceitáveis (NP EN 13306:2017, 2020).

Nos dois tipos de manutenção são utilizados equipamentos de teste que têm como objetivo aferir o bom funcionamento dos dispositivos médicos.

## 2.2 Equipamentos de teste

Um equipamento de teste tem a função de auxiliar na verificação e confirmação de que determinado dispositivo médico se encontra de acordo com as especificações de normas nacionais e internacionais, bem como especificações do fabricante. É um equipamento de elevada importância, uma vez que permite aferir o bom funcionamento de um dispositivo.

Os equipamentos de teste são calibrados periodicamente – período variável consoante o equipamento de teste em questão – para garantir a fiabilidade do equipamento e da informação que o mesmo transmite. Desta forma, um equipamento só deve ser utilizado quando a sua calibração se encontra válida. A entidade responsável pela calibração é uma entidade certificada – o ISQ, Instituto – atuando este em diversos sectores, sendo um deles a metrologia<sup>2</sup>. O Labmetro, laboratório de metrologia do ISQ, acreditado pelo IPAC, presta serviços de metrologia (calibrações, ensaios e verificações) às organizações e pessoas, satisfazendo os seus requisitos e exigências legais através do desenvolvimento de soluções que contribuem para o sucesso dos seus clientes. Na saúde, a atividade é realizada pelo Labmetro Saúde, realizando ensaios e calibrações de equipamentos da área Clínica e Hospitalar (ISQ, 2020).

Na ATM, especificando o CUF Coimbra, os equipamentos de teste são partilhados por várias unidades, necessitando assim de um planeamento prévio: as ordens de trabalho são estudadas e as intervenções de manutenção preventivas agendadas cuidadosamente, de forma a não prejudicar o trabalho de outras unidades. Na Althea, também os equipamentos de teste são partilhados entre unidades (incluindo Espanha), sendo necessário requisitar previamente.

Nesta secção são apresentados os equipamentos de teste utilizados pela ATM e pela Althea durante os procedimentos de manutenção.

### 2.2.1 Equipamento de Teste de Segurança Elétrica

Um equipamento de Teste de Segurança Elétrica é um equipamento que permite analisar a segurança elétrica de determinado equipamento médico, isto é, examinar se o equipamento apresenta a proteção necessária para que não haja descarga elétrica (que se pode dever a sobreaquecimento, deficiências nas ligações, entre outras) no utilizador e paciente. Este equipamento é utilizado nas intervenções de manutenção preventiva dos

---

<sup>2</sup>Metrologia: garantia que os dispositivos que medem processos e fenómenos físicos (peso, volume, temperatura, dureza, som, luz, composição química) o fazem corretamente.

equipamentos, medindo as correntes de fuga ao paciente e a resistência de terra do equipamento.

Nas intervenções de manutenção realizadas foram utilizados o Rigel 288+ Electrical Safe Analyzer que permite a escolha da norma a aplicar, associando o número da OT e inventário respectivos, e o Fluke Eletrical Safety Analyzer ESA609 (apresentados na Figura 5).



Figura 5: Equipamentos de Teste de Segurança Elétrica: (a) Rigel 288+ Electrical Safe Analyzer; (b) o Fluke Eletrical Safety Analyzer ESA609<sup>3</sup>.

## 2.2.2 Equipamento de teste de Sinais Vitais

Um equipamento de teste de Sinais Vitais é um equipamento que permite simular sinais vitais (ECG, NIBP, SpO2, por exemplo) para testar os equipamentos médicos de monitorização nas intervenções de manutenção preventiva. Foram utilizados dois equipamentos distintos nas intervenções de manutenção realizadas ao longo do estágio, apresentados na Figura 6.

Estes equipamentos são constituídos por diversos acessórios para os diferentes sinais vitais. No que concerne ao ECG, este tipo de equipamento permite testar até 12 derivações. Relativamente ao NIBP, permite simular variados valores de pressões sistólica e diastólica. Quanto ao SpO2, possibilita a simulação de variadas condições de saturação de oxigénio.

---

<sup>3</sup>Imagens retiradas de: <https://www.rigelmedical.com/products/electrical-safety/rigel-288-plus-electrical-safety-analyzer>; <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/electrical-safety-analyzers/esa609-electrical-safety-analyzer>



Figura 6: Equipamentos de teste de Sinais Vitais: (a) Rigel UNI-SiM Vital Signs Simulator; (b) Fluke Prosim 4 Vital Signs<sup>4</sup>.

### 2.2.3 Equipamento de teste para Sistemas de Infusão

Um equipamento de teste para Sistemas de Infusão é um equipamento utilizado para efetuar testes de fluxo e oclusão, permitindo a medição de volumes de infusão, bem como de pressões de oclusão e tempos de infusão.

O Fluke IDA-1S Infusion Device Analyzer (Figura 7) foi o equipamento de teste utilizado nas intervenções de manutenção, ao longo do período de estágio.



Figura 7: Equipamento de teste para Sistemas de Infusão<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>Imagens retiradas de: <https://www.rigelmedical.com/gb/products/patient-simulation/patient-simulators/370a930-uni-sim/>; <https://www.flukebiomedical.com/products/medical-test-equipment/patient-monitor-simulators/prosim-4-vital-signs-patient-simulator>

<sup>5</sup>Imagem retirada de: <https://www.flukebiomedical.com/products/medical-test-equipment/infusion-pump-analyzers/ida-1s-infusion-device-analyzer>

## 2.2.4 Equipamento de teste de Simulação Fetal

O equipamento de teste de Simulação Fetal utilizado no estágio foi o Fluke Ps320 Fetal Simulator (Figura 8) foi o equipamento utilizado no estágio.

Um equipamento de teste de Simulação Fetal é um equipamento de teste utilizado para simular batimentos cardíacos fetais, sendo utilizado nas intervenções de manutenção preventiva em cardiocógrafos.



Figura 8: Equipamento de teste do cardiocógrafo<sup>6</sup>.

## 2.2.5 Equipamento de teste de desfibrilhadores

O equipamento de teste de desfibrilhadores é um equipamento utilizado nas intervenções de manutenção preventivas de desfibrilhadores, permitindo medir energias de descarga e simular sinais de ECG.

O equipamento utilizado ao longo do estágio foi o Fluke Impulse 7000dp, apresentado na Figura 9.



Figura 9: Equipamento de teste de desfibrilhadores<sup>7</sup>.

<sup>6</sup>Imagem retirada de: <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/patient-monitor-simulators/ps320-fetal-simulator>

<sup>7</sup> Imagem retirada de: <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/defibrillator-analyzers/impulse-7000dp-defibrillator-analyzer>

## 2.2.6 Luxímetro

Um luxímetro (Figura 10) é um equipamento que permite efetuar a medição da intensidade da luz através de uma célula fotoelétrica.

Este equipamento deve ficar perpendicular à luz cuja intensidade se pretende medir. O luxímetro é um equipamento utilizado, por exemplo, na manutenção de candeeiros cirúrgicos.



Figura 10: Luxímetro.

## 2.2.7 Multímetro

Um multímetro (Figura 11) é um equipamento que permite a medição de várias grandezas elétricas, como tensão, corrente e resistência. Este equipamento é utilizado na manutenção para, por exemplo, fazer a medição de baterias.



Figura 11: Multímetro.

## 2.3 Dispositivo Médico

Um dispositivo médico é um instrumento de saúde cuja finalidade é prevenir, diagnosticar ou tratar uma doença, devendo atingir este fim por via de mecanismos mecânicos ou físicos, sem recurso a qualquer medicamento (Infarmed , 2020).

### 2.3.1 Propriedades

Um dispositivo médico é considerado um bem, com diversas propriedades no que concerne ao conceito de manutenção, sendo definidas as que constam na norma NP EN 13306:2017:

- **Disponibilidade:** aptidão de um bem estar disponível para executar a sua função, quando necessário e sob determinadas condições, assumindo que os recursos externos são fornecidos;
- **Fiabilidade:** aptidão de um bem executar uma função requerida sob determinadas condições, por determinado intervalo de tempo;
- **Manutabilidade:** aptidão de um bem, após determinadas condições de uso, ser restaurado para um estado no qual possa executar uma função necessária, quando a manutenção é realizada sob determinadas condições e usando procedimentos e recursos estabelecidos;
- **Conformidade:** cumprimento por um produto, processo ou serviço de requisitos especificados;
- **Durabilidade:** aptidão de um bem para cumprir a função necessária até que atinja o seu estado limite, de acordo com condições de utilização e manutenção específicas;
- **Redundância:** existência de um bem em mais do que um meio, em determinado instante, de forma a cumprir a função necessária;
- **Vida útil:** intervalo desde um determinado instante até ao momento em que o limite é atingido;
- **Taxa de ocorrência de avarias:** número de falhas de um dado dispositivo num determinado intervalo de tempo, dividido pelo intervalo de tempo (NP EN 13306:2017, 2020).

## 2.3.2 Classificação

A classificação de um dispositivo médico pode ser feita tendo em conta os potenciais riscos para todos aqueles que contactam com ele. De acordo com o Decreto-Lei nº145/2009 de 17 de junho, os dispositivos médicos abrangidos pela Diretiva nº93/42/CEE integram quatro diferentes classes, consoante o risco que os mesmos apresentam para o corpo humano, decorrentes da conceção técnica e do seu fabrico (Infarmed, 2020).

A sua classificação (Figura 12) é atribuída pelo fabricante, tendo em conta as regras estabelecidas (Infarmed, 2020):

- **Classe I** – baixo risco (dispositivos não invasivos que entrem em contacto com pele lesada caso se destinem a ser utilizados como barreira mecânica: por ex. pensos e compressas);
- **Classe IIa** – médio risco (dispositivos não invasivos destinados à condução ou armazenamento de sangue, líquidos ou tecidos corporais, com vista à perfusão, administração ou introdução no corpo: por ex. agulhas intradérmicas);
- **Classe IIb** – médio risco (dispositivos não invasivos destinados a alterar a composição biológica ou química do sangue, outros líquidos corporais ou outros líquidos para perfusão no corpo: por ex. ventiladores);
- **Classe III** – alto risco (dispositivos invasivos de tipo cirúrgico que se destinam a entrar em contacto direto com a função cardíaca ou sistema nervoso central) (Decreto-Lei n.º 145/2009, 2020).

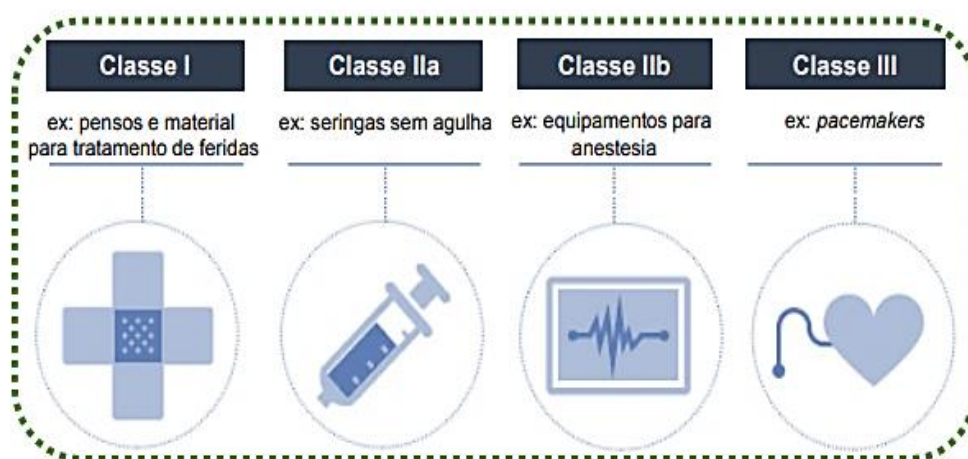


Figura 12: Classificação dos dispositivos médicos de acordo com os potenciais riscos que representam<sup>8</sup>.

<sup>8</sup> Imagem retirada de:

[https://www.ordemfarmaceuticos.pt/fotos/documentos/antonieta\\_lucas\\_5907388885a9d74864a39e.pdf](https://www.ordemfarmaceuticos.pt/fotos/documentos/antonieta_lucas_5907388885a9d74864a39e.pdf)

Esta classificação depende da duração do contacto com o corpo humano (temporário, curto prazo ou longo prazo), da invasibilidade no corpo humano (se é invasivo ou não invasivo), da anatomia afetada pela utilização (por exemplo, coração) e dos potenciais riscos decorrentes da sua conceção e fabrico (Infarmed, 2020).

Sob o ponto de vista do paciente, procura-se limitar a circulação de corrente elétrica pelo corpo humano - choque elétrico - a valores aceitáveis. Os dispositivos de eletromedicina, integrando a definição de dispositivo médico, são ainda classificados tendo em conta a proteção contra choques elétricos ao paciente e a terceiros. Esta classificação divide-se em duas classes, cuja representação se encontra na Figura 13, de acordo com a norma geral IEC 60601-1:2005:

- **Classe I** - representa os dispositivos nos quais a proteção contra os choques elétricos não é garantida apenas pelo isolamento principal do dispositivo, sendo incluída uma medida de segurança adicional através da ligação das partes acessíveis a um condutor de proteção conectado à terra (ponto equipotencial), para que não se tornem perigosas em caso de defeito do isolamento principal;
- **Classe II** – nesta classe estão incluídos os dispositivos nos quais a proteção contra os choques elétricos não é garantida apenas pelo isolamento principal do dispositivo, havendo precauções adicionais de segurança, como o duplo isolamento, isolamento reforçado ou transformador de isolamento. Estas medidas não incluem proteção de aterramento nem dependem das condições de instalação (IEC 60601-1:2005+AMD1:2012+AMD2:2020 Consolidated version - Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance, 2020).

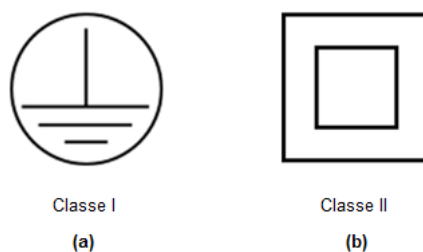


Figura 13: Simbologia das classes de dispositivo relativamente à proteção contra choques elétricos.

Para além da classificação dos dispositivos, também as suas partes aplicadas são classificadas (Figura 14) no que diz respeito à proteção contra choques elétricos:

- **Tipo B** - possuem uma elevada proteção contra choques elétricos, não existindo um isolamento entre estas e a rede elétrica, verificando-se correntes de fuga significativas;
- **Tipo BF** - fornecem um maior grau de proteção comparativamente às do Tipo B, uma vez que existe um isolamento entre as mesmas e a rede elétrica;
- **Tipo CF** - fornecem um elevado grau de proteção graças ao alto nível de isolamento das mesmas (IEC 60601-1:2005+AMD1:2012+AMD2:2020 Consolidated version - Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance, 2020).

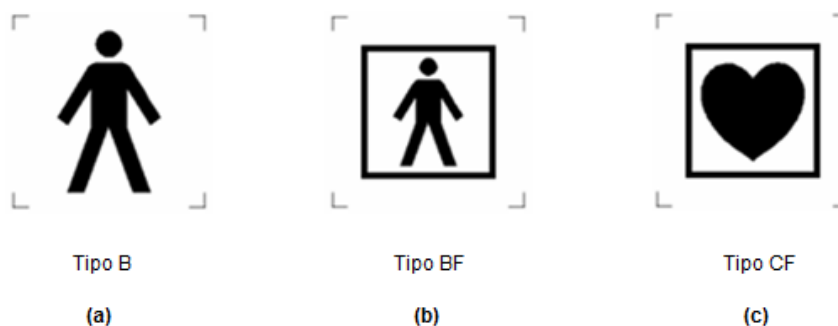


Figura 14: Simbologia da classificação das partes aplicadas relativamente à proteção contra choques elétricos: (a) Tipo B; (b) Tipo BF; (c) Tipo CF.

## 2.4 Papel de um engenheiro biomédico no hospital

O papel de um engenheiro biomédico numa unidade hospitalar é importante para a análise e resolução de problemas relacionados, designadamente, com a vertente dos equipamentos médicos, podendo ajudar a melhorar a qualidade dos serviços prestados. Desta forma, um engenheiro biomédico pode desempenhar funções na gestão de manutenção dos equipamentos, nas intervenções de manutenção (preventiva e corretiva), bem como na conexão entre os profissionais de saúde e os profissionais de electromedicina. Um engenheiro biomédico deve, assim, possuir um conjunto de competências de forma a poder ser envolvido em qualquer atividade relacionada com eletromedicina, desde a avaliação, instalação e funcionamento dos equipamentos até aos cuidados necessários na sua utilização e manutenção. O engenheiro biomédico passa a desempenhar a função de técnico de eletromedicina.

### **2.4.1 Procedimento de entrada de um dispositivo de electromedicina no hospital**

Quando um novo dispositivo é recebido, é necessário, primeiramente, verificar se a encomenda tem todo o material referido. É obrigatório usufruir do certificado CE, bem como de uma declaração de conformidade em como o equipamento está em bom funcionamento. Posteriormente, há que ser instalado pelo fornecedor e ser dada uma formação a médicos e enfermeiros, para que haja uma utilização adequada do equipamento. Nesta formação, o técnico de eletromedicina, que está também presente, passa uma folha de presenças com um resumo da formação por parte do fornecedor, para poder apresentar no âmbito de uma eventual auditoria. É também necessário inventariar o equipamento. O inventário do equipamento é realizado introduzindo a marca, modelo e número de série na plataforma adequada, sendo, posteriormente, gerado um código de ativo, impresso e colado no equipamento.

### **2.4.2 Protocolo de manutenção de um equipamento de electromedicina**

O técnico de electromedicina residente no hospital é o responsável pela manutenção dos equipamentos. Existem três casos possíveis de acontecer na manutenção de um equipamento: o equipamento é da responsabilidade da empresa contratada pela instituição hospitalar; o equipamento está ao abrigo da garantia; o equipamento possui um contrato de manutenção adjudicado a uma empresa (fornecedora do respetivo equipamento ou multimarca) em regime de *outsourcing*.

Os equipamentos que estão ao abrigo da empresa requerem manutenção preventiva e corretiva por parte do técnico de eletromedicina residente. Numa avaria, o técnico faz uma análise ao equipamento, verificando se tem reparação e se é possível ser reparado por ele. Caso não seja possível, o equipamento é enviado para o representante da marca. A marca envia um orçamento e, caso seja viável, é reparado. Se o valor da manutenção não for viável ou se o equipamento em questão não tiver reparação, regressa ao hospital e é abatido, ficando guardado para peças de reserva.

No caso dos equipamentos que estão ao abrigo da garantia, quando existe uma avaria, estes são enviados para a marca ou, caso não seja possível, um representante da marca é chamado para ir verificar o equipamento na unidade de saúde. No que concerne às manutenções preventivas, estas podem ser asseguradas pela marca (há marcas que asseguram e há outras que não) ou pela empresa residente.

No caso dos equipamentos com contrato de manutenção, é a empresa em regime *outsourcing* que detém esse contrato, responsável pelo número de intervenções preventivas acordadas no contrato, sendo estas verificadas pelo técnico residente.

## 2.5 Indicadores de Desempenho

De acordo com a norma EN 15341:2009, um indicador de desempenho é uma característica ou conjunto de características de um fenómeno que, sendo medidas utilizando determinada fórmula, avaliam a evolução (NP EN 15341:2009, 2020).

Os indicadores de desempenho permitem avaliar, de forma contínua, a posição e evolução de uma determinada atividade/processo que decorre numa empresa. O seu principal objetivo vai para além do acompanhamento dos processos na medida em que, através deles se procura avaliar, analisar, sugerir, decidir ou até mudar o rumo do processo analisado. Cada indicador deve possuir uma meta a atingir, no sentido de motivar os colaboradores para contribuírem para alcançar o seu melhor desempenho, trabalhando em conjunto para que o valor do indicador tenda sempre no sentido de alcançar a meta proposta. Caso as metas não tenham o resultado esperado, torna-se necessário realizar uma análise às causas e, conseqüentemente, elaborar um plano de ações corretivas (PME Blog, 2020).

As informações compiladas e apresentadas seguidamente são baseadas na norma NP EN 15341:2009. Segundo esta norma, um indicador pode ser de três tipos: económico, técnico ou organizacional. Um sistema de indicadores permite a uma organização:

- Medir o estado da organização;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar os desempenhos;
- Identificar os pontos fortes e fracos;
- Controlar os progressos e modificações ao longo do tempo.

Estes indicadores podem ser utilizados de duas formas distintas: periodicamente, preparando e acompanhando um orçamento durante a avaliação de desempenho; pontualmente, no âmbito de auditorias ou estudos específicos.

A análise dos indicadores permite à organização, desta forma, definir objetivos, planear estratégias e ações e ainda partilhar resultados, a fim de informar e motivar as pessoas. No entanto, existem diversos fatores que podem influenciar os resultados, sendo agrupados em dois tipos: internos (fatores cujo controlo depende da organização) e externos

(fatores fora do controlo da organização). O primeiro passo para seleccionar os indicadores relevantes é definir os objetivos a serem alcançados em cada nível da empresa. O principal requisito é identificar como a manutenção pode ser gerida de forma a melhorar o desempenho global (por exemplo, lucros).

Ao nível do sistema e nas linhas de produção, os objetivos de manutenção podem abordar alguns fatores de desempenho específicos:

- melhoria da disponibilidade;
- melhoria na manutenção económica;
- segurança e preservação do meio ambiente;
- controlo dos serviços contratados.

Ao nível do dispositivo, o objetivo será um melhor controlo da fiabilidade dos custos, bem como da capacidade e suporte de manutenção.

Quando os objetivos forem definidos e os parâmetros de desempenho, a serem medidos, forem identificados, torna-se necessário escolher os indicadores que permitem medir esses parâmetros. Ao seleccionar os indicadores para gestão da manutenção, o sistema pode incluir, por exemplo, a capacidade de manter o dispositivo, que abrange:

- manutenção do dispositivo;
- suporte logístico (peças de reposição, ferramentas, documentação, etc.);
- organização do trabalho;
- fiabilidade do dispositivo;
- eficiência das atividades de manutenção;
- saúde, segurança e meio ambiente.

Um indicador é relevante quando o seu valor ou a sua avaliação estão correlacionados com a avaliação do parâmetro de desempenho a ser medido. Um indicador relevante deve ser um elemento da tomada de decisão, o que significa que os dados que constituem esse indicador devem ter uma relação com o objetivo definido. Os indicadores de desempenho são assim essenciais para as organizações acompanharem o seu desempenho, gerindo-as da melhor forma possível e aumentando a sua produtividade. São ferramentas poderosas que trazem eficiência, medindo o grau de desempenho e sucesso das organizações (NP EN 15341:2009, 2020).

Nas próximas secções é feita uma breve explicação de alguns indicadores, sendo também apresentadas as respetivas fórmulas. Esta informação é também baseada na norma NP EN 15341:2009.

### 2.5.1 Tempo médio entre falhas

O tempo médio entre falhas (MTBF, em inglês *Mean Time Between failures*) é o tempo que o dispositivo demora a falhar, supondo que é reparável. Pode degradar o desempenho ou pode ter total reparação. Permite, desta forma, gerir a taxa de indisponibilidade dos dispositivos. Concluindo, o tempo médio entre falhas corresponde ao tempo médio em que o dispositivo funciona de forma correta, sem ser necessário fazer qualquer intervenção; tornando-se um indicador de desempenho importante para os dispositivos mais críticos, uma vez que permite identificá-los e tomar medidas. Este indicador não antecipa qualquer manutenção programada (inspeções, recalibrações ou substituições de forma preventiva de peças).

O MTBF pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$MTBF = \frac{\textit{Tempo total de funcionamento}}{n^{\circ} \textit{ total de avarias}} \quad (1)$$

### 2.5.2 Tempo médio de reparação

O tempo médio de reparação (MTTR, em inglês *Mean Time To Repair*) é um parâmetro de medida da manutibilidade, ou seja, a capacidade de repor o sistema nas suas condições de operacionalidade, após uma falha. O tempo médio de reparação é, portanto, o tempo médio de intervenção da manutenção corretiva após a ocorrência da falha. Este indicador é muito utilizado para avaliar o desempenho da manutenção: quanto menor for o valor do MTTR, menor é o impacto das reparações corretivas na produção (indisponibilidade de sistemas).

O MTTR pode ser calculado através da seguinte fórmula:

$$MTTR = \frac{\textit{Tempo total das reparações}}{n^{\circ} \textit{ total de avarias}} \quad (2)$$

### 2.5.3 Tempo médio de espera

O tempo médio de espera (MWT, em inglês *Mean Waiting Time*) é um parâmetro que mede o tempo médio de espera entre o tempo de funcionamento e o tempo de reparação, permitindo avaliar a capacidade de reposta do departamento de manutenção face aos pedidos de reparação.

$$MWT = \frac{\text{Tempo de espera}}{n^{\circ} \text{ total de avarias}} \quad (3)$$

### 2.5.4 Disponibilidade

A disponibilidade é uma métrica utilizada para avaliar o desempenho de dispositivos que são reparáveis, ou seja, é a percentagem de tempo em que um dispositivo está disponível para funcionar, conforme o programado (excluindo o tempo em que esteve indisponível por manutenção).

$$D = \frac{\text{Tempo total de funcionamento}}{\text{Tempo total de funcionamento} + \text{Tempo de indisponibilidade devido à manutenção}} \quad (4)$$

### 2.5.5 MTBF E MTTR

Tendo por base o MTBF, um gestor de manutenção consegue perceber quais são os dispositivos mais falíveis, ou seja, aqueles cuja necessidade de manutenção ou substituição é maior.

No que diz respeito ao MTTR, o objetivo deve ser diminuí-lo: reduzir o número de avarias e também diminuir o tempo dispensado na sua reparação. Assim, diminuir o valor do MTTR passa por fazer um plano de manutenção organizado, fazendo assim as intervenções de manutenção preventivas necessárias e com o período mais adequado. Enquanto o MTBF mede a fiabilidade, o MTTR é um indicador da eficácia da reparação. Juntando os dois, é possível obter uma estimativa de quanto tempo foi despendido na reparação de determinado dispositivo (NP EN 15341:2009, 2020).

## 2.6 Normas utilizadas em Eletromedicina

Existem diversas organizações internacionais que elaboram normas para a área da electromedicina, cujo principal objetivo é definir diretrizes para assegurar a segurança dos profissionais de saúde, do paciente e dos equipamentos:

- ***International Organization for Standardization (ISO)***: organização internacional que atua na área de qualificação dos produtos, processos e serviços, criando normas de procedimentos e processos que fazem parte da gestão de qualidade. Cada país participa através de uma instituição nomeada para o efeito, sendo esta, em Portugal, o IPQ - Instituto Português da Qualidade (ISO - International Organization for Standardization, 2020).
- ***International Electrotechnical Commission (IEC)***: organização internacional de avaliação de conformidade e normas para todas as tecnologias elétricas e eletrónicas - campo da eletrotécnica. Esta organização fornece uma plataforma para empresas, indústrias e governos conhecerem, discutirem e desenvolverem padrões internacionais (IEC - International Electrotechnical Commission, 2020).
- ***American National Standards Institute (ANSI)***: organização americana dedicada a apoiar e melhorar a competitividade global dos negócios e qualidade de vida nos EUA, fornecendo assim uma estrutura para se desenvolverem padrões e sistemas de avaliação justos de conformidade de qualidade (ANSI - American National Standards Institute, 2020).
- ***Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI)***: organização cujo objetivo é melhorar a segurança do paciente e dos profissionais de saúde, apoiando o desenvolvimento e gerindo o uso de tecnologias de saúde seguras e eficazes (AAMI - Association for the Advancement of Medical Instrumentation, 2020).
- ***National Sanitation Foundation (NSF)***: organização cujo objetivo é desenvolver normas de saúde pública e programas de certificação que contribuem para a proteção dos alimentos, da água e do meio ambiente, testando e certificando produtos e sistemas (NSF - National Sanitation Foundation, 2020).

## 2.6.1 Normas gerais

### 2.6.1.1 ISO 9001

A norma ISO 9001:2015 é um referencial internacional de gestão da qualidade, sendo muito utilizada em meio hospitalar, implementando e melhorando a eficácia de um sistema de gestão e controlo de qualidade. A utilização da ISO 9001 ajuda a garantir que os clientes obtenham produtos e serviços consistentes e de boa qualidade, o que, por sua vez, traz muitos benefícios aos negócios (ISO 9001:2015- Quality management systems, Requirements, 2020).

### 2.6.1.2 ISO 14971

A norma ISO 14971:2019 tem como função estabelecer os princípios de gestão de risco desenvolvidos especificamente para fabricantes. Trata, assim, de processos de gestão de risco para o paciente, para o operador, para outras pessoas que possam estar envolvidas, bem como para outros dispositivos e para o ambiente (ISO 14971:2019 - Medical devices, Application of risk management to medical devices, 2020).

### 2.6.1.3 IEC 60601

A norma geral IEC 60601-1:2005 tem como função regulamentar a segurança básica e o desempenho essencial do dispositivo elétrico médico. De forma a completar alguns requisitos desta norma, no que diz respeito a alguns tipos de dispositivos específicos, foram desenvolvidas normas colaterais (IEC 60601-1-xx) e normas particulares (IEC 60601-2-xx).

Dentro da norma IEC 60601 encontra-se definida a classificação de dispositivos de acordo com a sua proteção contra choques elétricos em três tipos, bem como a classificação das suas partes aplicadas, apresentadas anteriormente (IEC 60601-1:2005+AMD1:2012+AMD2:2020 Consolidated version - Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance, 2020).

### 2.6.1.4 IEC 62353

A norma IEC 62353:2014 tem como função regulamentar os testes necessários a realizar a dispositivos elétricos médicos antes da sua primeira utilização, que estão de acordo com a Norma IEC 60601-1, sendo que, para dispositivos não construídos de acordo com os requisitos da mesma, a IEC 60601-1 pode ser utilizada tendo em conta as normas de segurança

do projeto e as informações contidas no manual de utilização do dispositivo (IEC 62353:2014 - Medical electrical equipment, Recurrent test and test after repair of medical electrical equipment, 2020).

### 2.6.1.5 NP EN 15341

Esta norma fornece indicadores de desempenho da manutenção para avaliar e melhorar a eficácia, eficiência e sustentabilidade na manutenção dos ativos físicos existentes (edifícios, infraestruturas, transporte, distribuição, redes, entre outros) (EN 15341 - Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators, 2020).

## 2.6.2 Normas específicas aos dispositivos

### 2.6.2.1 ISO 9919 – Oximetria de Pulso

A norma ISO 9919:2005, "*Medical electrical equipment - Particular requirements for the basic safety and essential performance of pulse oximeter equipment for medical use*", cobre a segurança básica e o desempenho essencial alcançável, com os limites da tecnologia existente para a oximetria de pulso (ISO 9919:2005 - Medical electrical equipment, Particular requirements for the basic safety and essential performance of pulse oximeter equipment for medical use, 2020).

### 2.6.2.2 IEC 60601-2-25 - Eletrocardiograma

A Norma IEC 60601-2-25:2011, cujo título é "*Medical electrical equipment – Part 2-25: Particular requirements for safety of electrocardiographs*", é uma norma internacional que especifica os requisitos de segurança básica para eletrocardiógrafos (IEC 60601-2-25:2011 - Medical electrical equipment - Part 2-25: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electrocardiographs, 2020).

### 2.6.2.3 ANSI/AAMI EC13 - Eletrocardiograma

A norma americana ANSI/AAMI EC13 - 2002 "*Cardiac monitors, heart rate meters, and alarms*" tem como propósito estabelecer os requisitos mínimos de segurança e desempenho para monitores ECG e de frequência cardíaca (determinada a partir do ECG não-invasivo).

Desta forma, esta norma trata de todos os constituintes dos monitores utilizados para obter e mostrar a frequência cardíaca, amplificar e transmitir o sinal de ECG (ANSI/AAMI EC13-2002 Cardiac Monitors, Heart Rate Meters, And Alarms, 2020).

#### 2.6.2.4 IEC 60601-2-2 – Dispositivo de Eletrocirurgia

A norma IEC 60601-2-2:2017 *“Medical electrical equipment – Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and high frequency surgical accessories”* define os requisitos para a segurança de dispositivos cirúrgicos de alta frequência (IEC 60601-2-2:2017 RLV - Medical electrical equipment - Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and high frequency surgical accessories, 2020).



# CAPÍTULO 3: Dispositivos Intervencionados e respectivos Procedimentos de Manutenção Preventiva

Neste presente capítulo é feita uma breve descrição dos equipamentos intervencionados no decorrer do estágio. Posteriormente são apresentados os procedimentos realizados nas suas intervenções de manutenção preventiva, dividindo-se em duas etapas: as verificações gerais, que englobam os procedimentos generalizados (e bastante comuns entre equipamentos, incluindo o teste de segurança elétrica); o ensaio de parâmetros, que descreve os procedimentos mais específicos a cada equipamento.

Os equipamentos descritos estão agrupados por categoria: no subcapítulo 3.1 estão os Dispositivos de Monitorização; no 3.2 os Dispositivos de Bloco; no 3.3 os Dispositivos de Emergência; no 3.4 os Dispositivos de Cardiologia; no 3.5 o Dispositivo de Neonatologia e Obstetrícia; no 3.6 o Dispositivos de Audiologia e no 3.7 o Material Hospitalar.

## 3.1 Dispositivos de Monitorização

### 3.1.1 Monitores Multiparamétricos

Os sinais vitais de um paciente são monitorizados continuamente e, em tempo real, através de monitores de sinais vitais (Figura 15) (que controlam apenas dois parâmetros) ou monitores multiparamétricos (que permitem monitorizar um vasto conjunto de parâmetros consoante as necessidades do paciente).



Figura 15: Monitor Multiparamétrico.

Os monitores multiparamétricos são comuns em unidades de cuidados intensivos, internamento, serviços de urgência e até mesmo durante cirurgias, permitindo monitorizar a atividade cardíaca (ECG - Eletrocardiograma), a pressão arterial não invasiva (NIBP - *Non-Invasive Blood Pressure*), a frequência respiratória, a saturação de oxigénio (SpO<sub>2</sub>) e a temperatura.

Tendo por base o número e a apresentação dos parâmetros, os monitores dividem-se em três tipos distintos (Silva C. M., 2012):

- Pré-configurados - os parâmetros são fixados pelo fabricante, não sendo possível adicionar qualquer parâmetro;
- Modulares - é possível adicionar variados parâmetros, de forma individual (módulos individuais) ou em grupos (módulos multiparâmetros), fazendo as combinações que forem pertinentes;
- Ambos.

No que diz respeito à mobilidade dos monitores, estes podem ser fixos (colocados na parede através de um suporte específico) ou de transporte (para monitorizar um paciente quando o mesmo é transportado para outro local, dentro ou não do hospital, necessitando de uma bateria com autonomia).

Seguidamente são apresentados os parâmetros que os monitores têm a capacidade de medir.

### **A. Atividade cardíaca**

A atividade cardíaca ou eletrocardiograma (ECG) é a representação das forças elétricas geradas pelo coração, registando a atividade elétrica produzida pela ativação do miocárdio. A atividade elétrica deve-se, assim, ao facto de as células cardíacas serem polarizadas no estado de repouso e, quando estimuladas eletricamente, se despolarizarem e contraírem. Ao atravessarem o coração, a despolarização e repolarização dão origem a uma série de ondas que se visualizam num ECG (Fonseca H. A., 2008). Na sua aquisição podem ser utilizadas de três a doze derivações, sendo os elétrodos (Figura 16) colocados de formas distintas.



Figura 16: Cabo de ligação aos eléctrodos para um ECG com cinco derivações<sup>9</sup>.

## B. Pressão Arterial Não Invasiva (PANI)

A pressão arterial não invasiva (NIBP, em inglês, *Non Invasive Blood Pressure*) consiste na pressão exercida pelo sangue sobre as paredes das artérias, sendo esta pressão essencial para que o sangue atinja todas as partes do corpo. A pressão arterial quantifica-se através de dois números: a pressão máxima - pressão sistólica - e a pressão mínima - pressão diastólica (Fundação Portuguesa de Cardiologia, 2020). Na Tabela 1 é possível verificar a classificação dos valores de pressão arterial normal, pré hipertensão, hipertensão arterial estágio 1 e hipertensão arterial estágio 2.

	Pressão Sistólica (mmHg)	Pressão Diastólica (mmHg)
<b>Normal</b>	<120	<80
<b>Pré-hipertensão</b>	120-139	80-89
<b>Hipertensão arterial estágio 1</b>	140-159	90-99
<b>Hipertensão arterial estágio 2</b>	>160	>100

Tabela 1: Classificação dos valores de pressão arterial<sup>10</sup>.

Os módulos de NIBP destinam-se à medição da pressão arterial sistólica, diastólica e média de modo não invasivo e permite também a medição da frequência de pulso. Estes módulos funcionam através do método oscilométrico, utilizando uma braçadeira para a medição, sendo um método não invasivo.

<sup>9</sup> Imagem retirada de: <https://www.pacmedcables.com/Philips-ECG-5-Lead-Single-Pin-Grabber-IEC-p/nlph5151-i.htm>

<sup>10</sup> Tabela retirada do site da Fundação Portuguesa de Cardiologia (<http://www.fpcardiologia.pt/saude-do-coracao/factores-de-risco/hipertensao/>).

### **C. Pressão Arterial Invasiva (PAI)**

A pressão arterial invasiva (em inglês *Invasive Blood Pressure*, IBP) consiste na medição da pressão arterial através da introdução de um cateter numa artéria. A IBP é habitualmente utilizada nos cuidados intensivos ou em pessoas submetidas a cirurgias de longa duração (Santos, Texto de Apoio: Monitores de Sinais Vitais, 2018).

### **D. Saturação Periférica de Oxigénio (SpO<sub>2</sub>)**

A saturação periférica de oxigénio refere-se à percentagem de hemoglobina disponível que transporta o oxigénio. Ajuda a determinar a eficácia do sistema respiratório, uma vez que a partir deste parâmetro é possível estimar a quantidade de oxigénio no sangue. O processo de medição de SpO<sub>2</sub> tem por base um fotodetector e dois LEDs (vermelho e infravermelho). A luz emitida pelo LED incide e atravessa o corpo, sendo captada a luz transmitida no lado oposto. A quantidade de luz absorvida varia consoante a percentagem de oxigénio e dióxido de carbono presente nos glóbulos vermelhos, sendo a quantidade de luz recebida pelo fotodetector inferior à quantidade de luz emitida (Schutz, 2001). A medição de SpO<sub>2</sub> é realizada colocando um sensor no dedo ou orelha (ou pé, quando se trata de um paciente neonatal) do paciente.

### **E. Temperatura Corporal**

A temperatura corporal resulta do equilíbrio entre o calor produzido e o calor gasto pelo organismo. A temperatura média e normal encontra-se pelos 36.8°C, variando de pessoa para pessoa. Depende ainda de fatores como a sua idade, atividade física, nível de hidratação e estado de saúde. Nos monitores multiparamétricos a temperatura é medida utilizando um sensor de temperatura.

## **3.1.1.1 Manutenção Preventiva**

A manutenção preventiva dos monitores multiparamétricos é realizada com a periodicidade de um ano, sendo necessário realizar uma análise visual, bem como um Teste de Segurança Elétrica e dos vários parâmetros vitais.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de uma manutenção preventiva englobam a inspeção visual e a segurança elétrica, sendo a segurança elétrica realizada apenas quando o equipamento possui um cabo de alimentação.

A inspeção visual de um monitor multiparamétrico baseia-se na verificação do estado do equipamento, bem como da condição de todos os seus acessórios, designadamente:

- Verificar pontos de fixação;
- Verificar os travões/carro de transporte caso se aplique;
- Verificar o cabo de alimentação (substituir se necessário);
- Verificar os cabos dos acessórios (substituir se necessário);
- Verificar conectores/adaptadores (substituir se necessário);
- Verificar as mangueiras;
- Verificar os elétrodos (ECG);
- Verificar sensores (SpO<sub>2</sub>);
- Testar os comandos/controlos;
- Verificar bateria (uma vez que as baterias são de lítio, não podem ser medidas, logo, fazem-se os testes de parâmetros com o equipamento desligado da corrente para verificar o estado da bateria);
- Testar alarmes visuais e acústicos;
- Testar sinais acústicos;
- Efetuar Teste de Segurança Elétrica.

Na realização do Teste de Segurança Elétrica é medida a resistência de proteção do monitor e as correntes de fuga do equipamento e das partes em contacto com o paciente (neste caso, os elétrodos), devendo cumprir os requisitos da norma IEC 62353 (norma a ser escolhida no equipamento de teste representado na Figura 17).



Figura 17: *Display* do equipamento de Teste de Segurança Elétrica aquando de um teste a um monitor multiparamétrico.

Para a realização do Teste de Segurança Elétrica foi necessário ligar a tomada de alimentação do monitor ao equipamento de teste Rigel 288+, bem como os seus eléctrodos a um acessório do equipamento (Figura 18). Após escolhida a norma a ser seguida e inserido o número da ordem de trabalho, são efetuados os testes.



Figura 18: Ligação da tomada de alimentação e dos eléctrodos ao equipamento de teste e acessório, respetivamente.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros de ECG foi utilizado o equipamento de teste UNI-SiM que, como referido anteriormente, tem a capacidade de simular diversos sinais vitais. O ensaio de parâmetros consiste na ligação do cabo ECG do monitor aos pinos do acessório do UNI-SiM e, posteriormente, a simulação de sinais ECG (Figura 19). Foi ainda necessário colocar na ficha do equipamento de teste o número de *leads* (partes aplicadas ao paciente) que era necessário testar, bem como o número da OT (ordem de trabalho) a realizar. A simulação dos sinais ECG foi realizada com valores de frequência de 30, 60, 90, 120 e 180 bpm, não devendo os valores

medidos no monitor multiparamétrico serem inferiores ou superiores a 5% do valor estipulado.



Figura 19: Simulação de um sinal ECG com frequência cardíaca de 90 batimentos por minuto.

Verificaram-se também se os alarmes de batimentos inferiores ou superiores a determinado valor – braquicardia ou taquicardia – estavam a funcionar corretamente e a emitir o alerta da ocorrência.

Posteriormente, foi realizado o teste ao parâmetro de NIBP. Para a realização deste teste é necessário um acessório que simule o braço de um paciente (Figura 20), onde se coloca a braçadeira do monitor. O equipamento de teste insufla a braçadeira consoante o valor definido e o valor medido no monitor não se deve desviar do valor definido por mais ou menos 5%. Foram realizados três ensaios com três valores distintos de pressão.

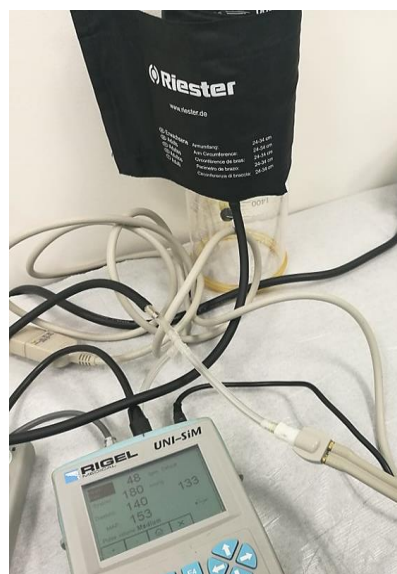


Figura 20: Simulação da pressão sistólica e diastólica.

Por fim, o teste ao SpO<sub>2</sub> foi efetuado utilizando um acessório que simula o dedo de um paciente. Este acessório simula a percentagem de oxigénio inserida no equipamento de teste, devendo o monitor acompanhar o valor simulado. Foram realizados dois ensaios e posterior verificação dos alarmes superior e inferior definidos no monitor.

### 3.1.2 Esfigmomanómetro

Um esfigmomanómetro é um equipamento concebido para a medição da Pressão Arterial (PA), havendo diversos tipos de esfigmomanómetros utilizando diferentes métodos de medição.

Ao longo do estágio foram efetuadas intervenções de manutenção preventiva a esfigmomanómetros manuais e a esfigmomanómetros digitais. Estes esfigmomanómetros utilizam o método auscultatório e oscilométrico, respetivamente. O método auscultatório consiste na auscultação dos sons da artéria do paciente, enquanto o método oscilométrico consiste na medição da amplitude das oscilações de pressão criadas pela expansão das paredes da artéria quando o sangue circula (Saúde, Instrumentos de Medição da Pressão Arterial, 2016). Na Tabela 2 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada método.

	Método Auscultatório	Método Oscilométrico
<b>Vantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elevada exatidão</li> <li>○ Baixo custo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Facilidade de utilização</li> <li>○ Monitorização contínua</li> </ul>
<b>Desvantagens</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Necessidade de sensibilidade auditiva</li> <li>○ Difícil interpretação em pacientes com batimentos irregulares</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Variação no estado das paredes das artérias ou do batimento cardíaco pode induzir erros</li> <li>○ Alguns equipamentos não são próprios para uso hospitalar.</li> </ul>

Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos métodos auscultatório e oscilométrico utilizados na medição da pressão arterial (Saúde, Instrumentos de Medição da Pressão Arterial, 2016).

### 3.1.2.1 Esfigmomanómetro Manual

Os esfigmomanómetros manuais (Figura 21) são instrumentos que medem a pressão arterial (PA) através do método auscultatório - auscultação dos sons da artéria do paciente. Os esfigmomanómetros manuais são constituídos por:

- Braçadeira - quando insuflada permite pressionar a artéria;
- Bomba de ar com válvula - habitualmente designada por pêra, que serve para insuflar e desinsuflar a braçadeira;
- Manómetro aneroide (de ponteiro) - instrumento de medição da pressão (Saúde, Instrumentos de Medição da Pressão Arterial, 2016).



Figura 21: Esfigmomanómetro Manual.

É ainda necessário um estetoscópio para a auscultação dos sons da artéria do paciente (método auscultatório). O esfigmomanómetro manual baseia-se no método auscultatório.

#### 3.1.2.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do esfigmomanómetro manual é realizada anualmente. Na manutenção realizada foram verificados o funcionamento mecânico e o estado dos seus acessórios. Foi ainda efetuado o ensaio de pressão utilizando o equipamento de teste adequado.

- *Verificações gerais*

A verificação geral de um esfigmomanómetro manual consistiu na verificação do bom funcionamento mecânico e numa limpeza geral do equipamento:

- Efetuar inspeção visual;
- Verificar apoios/fixação;
- Verificar carro de transporte/travões;
- Verificar conectores;
- Verificar braçadeira;
- Testar válvula de descompressão;
- Verificar coluna de suporte/manómetro;
- Efetuar limpeza e desinfeção;
- Ajustes e afinações;
- Lubrificações.

- *Ensaio de parâmetros*

O ensaio de pressão de um esfigmomanómetro é semelhante ao ensaio realizado no NIBP dos Monitores Multiparamétricos:

- Ensaio de fuga de pressão (=15mmHg/min);
- Ensaio de pressão (Figura 22).

Por fim, foi feito o registo do equipamento de teste utilizado, bem como o registo de intervenção e data da próxima manutenção.



Figura 22: Ensaio de pressão.

### 3.1.2.2 Esfigmomanómetro Digital

Os esfigmomanómetros digitais ou automáticos (Figura 23) são, habitualmente, comercializados para serem utilizados na monitorização diária da PA pela população. Os profissionais de saúde recorrem cada vez mais a instrumentos multiparamétricos para medir a pressão arterial. Em conformidade com as orientações internacionais, designadamente OIML R 16-2:2002 e IEC 80601-2-30:2013, os esfigmomanómetros automáticos são constituídos por:

- Sistema pneumático, que inclui uma braçadeira, bomba de ar, válvulas, tubos e conectores;
- Manómetro electrónico com transdutor eletromecânico de pressão, que transforma sinais de pressão em sinais eléctricos;
- Equipamento afixador digital (Saúde, Instrumentos de Medição da Pressão Arterial, 2016).



Figura 23: Esfigmomanómetro Digital.

O esfigmomanómetro automático utiliza o método oscilométrico (Associação Portuguesa de Infecção Hospitalar - APIH, 2020).

#### 3.1.2.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do esfigmomanómetro digital é realizada anualmente, na qual é realizado um ensaio de parâmetros utilizando o equipamento de teste adequado. Não se realiza Teste de Segurança Eléctrica a este equipamento uma vez que é alimentado por pilhas.

- *Verificações gerais*

A verificação geral de um esfigmomanómetro digital consistiu na verificação do bom funcionamento eletrónico e numa limpeza geral do equipamento, bem como numa análise visual dos conetores e braçadeira:

- Efetuar inspeção visual;
- Testar comandos/controles;
- Verificar bateria;
- Verificar conetores;
- Verificar braçadeira;
- Efetuar limpeza e desinfeção.

- *Ensaio de parâmetros*

O ensaio de pressão de um esfigmomanómetro é semelhante ao ensaio realizado no NIBP dos Monitores Multiparamétricos:

- Ensaio de fuga de pressão (=15mmHg/min);
- Ensaio de pressão.

### 3.1.4 Oxímetro

O oxímetro de dedo (Figura 24) é um equipamento utilizado para medir a saturação periférica de oxigénio.



Figura 24: Oxímetro de dedo.

#### 3.1.4.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de um oxímetro de dedo é realizada anualmente, seguindo o mesmo princípio referido na Secção 3.1.1.1. Não se realiza Teste de Segurança Elétrica a este equipamento uma vez que é alimentado por pilhas.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais do oxímetro consistiram nos seguintes aspetos:

- Efetuar inspeção visual;
- Verificar conectores/adaptadores;
- Efetuar limpeza e desinfeção.

- **Ensaio de parâmetros**

O ensaio de parâmetros dos oxímetros de dedo foi realizado utilizando o equipamento de teste adequado - Rigel UNI-SiM Vital Sins Simulator – com acompanhamento do acessório necessário. Neste ensaio foram verificados alarmes e efetuadas medições de SpO<sub>2</sub> simuladas pelo equipamento de teste; os valores obtidos apenas podem diferir do valor pretendido em  $\pm 1\%$ :

- Verificar alarme ECG;
- Verificar alarmes visuais/acústicos;
- Ensaio de SpO<sub>2</sub> – ensaio 1;
- Ensaio de SpO<sub>2</sub> – ensaio 2;
- Verificar alarmes de SpO<sub>2</sub> inferior e superior;

## **3.2 Dispositivos de Bloco**

### **3.2.1 Bomba de Infusão**

As bombas de infusão são instrumentos médicos eletrónicos, utilizados em doentes para a administração intermitente ou contínua de fluidos (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020).

De acordo com a norma IEC-60601-2-24, as bombas de infusão podem ser volumétricas ou com seringa (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020). Na Figura 25 são apresentadas as funcionalidades comuns e diferentes das bombas volumétricas e com seringa.

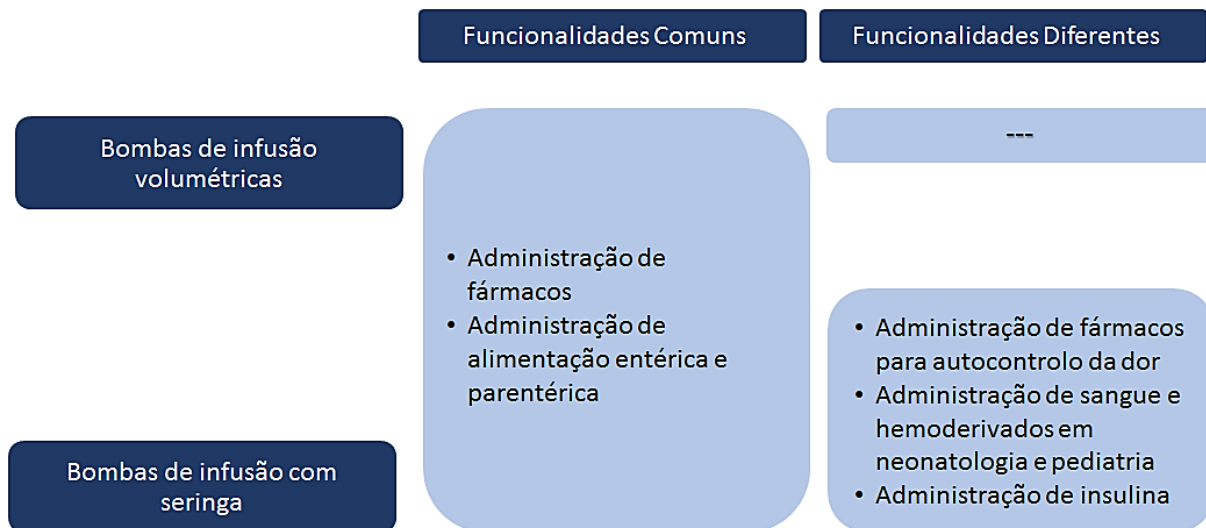


Figura 25: Esquema com as diferenças entre bombas de infusão volumétricas e com seringa.

### 3.2.1.1 Bomba de infusão volumétrica

Uma bomba de infusão volumétrica é composta por um reservatório de fluído, um equipamento para gerar e regular o caudal do fluído e acessórios (linha, rampas de administração, filtros, etc.) - Figura 26 - que permitem o transporte do fluído do reservatório para o doente (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020).

Nas bombas de infusão volumétricas (Figura 26), um acionador mecânico provoca o deslocamento do líquido no interior do tubo por ação peristáltica, permitindo a administração de fármacos ou de alimentação (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020).



Figura 26: Bomba de infusão volumétrica.

#### 3.2.1.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva das bombas de infusão volumétricas é realizada uma vez por ano, fazendo-se uma limpeza geral e realizando um ensaio dos parâmetros que medem. É

realizada uma inspeção visual na qual se verifica o *display* e os movimentos mecânicos. Neste equipamento não se aplica o Teste de Segurança Elétrica uma vez que possui transformador.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais das bombas de infusão volumétricas consistiram nos seguintes aspetos:

- Inspeção visual/Limpeza técnica;
- Verificar a tomada/cabo de alimentação;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar cabos e conexões;
- Medir a tensão da bateria.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros é utilizada água destilada, que é colocada numa embalagem de soro, na qual se encaixa o consumível; é colocado o sensor de gotas no consumível e é iniciado o ensaio.

Primeiramente é realizado o ensaio de volume de infusão: é programado um determinado fluxo de fluído (250ml/h) bem como o tempo a aplicar. Posteriormente, e após realizadas as devidas ligações ao equipamento de teste adequado (Fluke IDA-1S), é realizada uma “purga”, isto é, uma passagem de fluído na linha para eliminar bolhas de ar exigentes. Após verificar que já não há ar na linha – o equipamento de teste apresenta uma barra que passa de vermelha a azul – inicia-se o ensaio. Os valores de volume de infusão não devem diferir de  $\pm 5\%$  do valor estipulado; caso contrário, é necessário proceder ao envio do equipamento para o fabricante para calibração.

Após o primeiro ensaio é realizado um novo ensaio para verificar diversos alarmes: de oclusão, de sistema vazio, de ar na linha, de deteção de gotas, de fluxo livre e de fim de infusão.

O segundo teste consiste num ensaio de oclusão: é programado um fluxo e escolhida uma pressão elevada e uma pressão intermédia. Durante o teste é possível observar uma barra que representa a oclusão na bomba infusora e, no equipamento de teste, a pressão instantânea e o pico de pressão. É ainda realizado o ensaio de fecho de *clamp* e a medição da tensão da bateria.

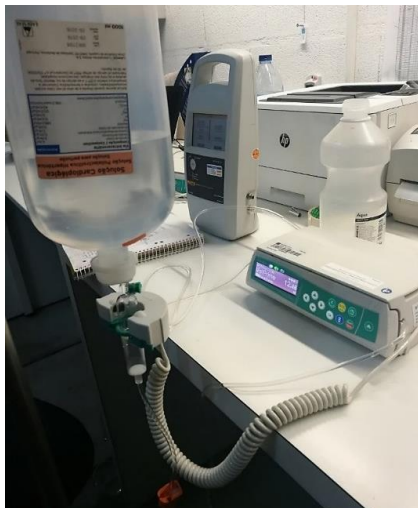


Figura 27: Ensaio de parâmetros (fluxos e pressão de oclusão) de uma bomba de infusão volumétrica.

### 3.2.1.2 Bomba de infusão com seringa

As bombas de infusão com seringa (Figura 28) pressupõem um sistema de tubo individual ininterrupto, resistente e sem conexões em Y. O sistema da bomba é constituído por uma bomba de infusão eletrónica externa, por uma linha de infusão e por uma seringa compatível com o sistema, normalmente descartável (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020). A seringa a utilizar é colocada dentro da bomba concebida para a suportar, devidamente preenchida com o fluido prescrito. O êmbolo é encaixado dentro de um recetáculo, sendo o instrumento programado para essa seringa, de forma automática ou manual (IPQ - Instituto Português da Qualidade, 2020).



Figura 28: Bomba de infusão com seringa.

### 3.2.1.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva, tal como referido anteriormente nas bombas de infusão volumétricas, é realizada anualmente. Neste equipamento não se aplica um Teste de Segurança Elétrica uma vez que possui transformador.

- *Verificações gerais*

As verificações gerais das bombas de infusão com seringa consistiram nos seguintes aspetos:

- Inspeção visual/Limpeza técnica;
- Verificação da tomada/cabo de alimentação;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar cabos e conexões;
- Medir a tensão da bateria.



Figura 29: Medição da tensão da bateria de uma bomba infusora.

- *Ensaio de parâmetros*

No ensaio de parâmetros, tal como nas bombas de infusão volumétricas, é utilizada água destilada colocada numa seringa, a qual é, posteriormente, encaixada na bomba infusora. Os procedimentos realizados são os mesmos efetuados nas bombas de infusão volumétricas (ensaio de volume de infusão e ensaio de oclusão).



Figura 30: Ensaio de parâmetros (fluxos e pressão de oclusão) de uma bomba de infusão com seringa.

### 3.2.2 Aspirador de Secreções

Um aspirador de secreções (Figura 31) é um aspirador cirúrgico portátil, cuja função é a aspiração nasal, bucal e traqueal de fluidos corporais em adultos e crianças. Este aspirador é adequado para pacientes com traqueotomia e aplicações de cirurgia (Medical Shop, 2020).



Figura 31: Aspirador de Secreções.

#### 3.2.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de um aspirador de secreções é realizada anualmente. Na manutenção deste equipamento foi realizada uma verificação geral do equipamento, bem como ensaios de pressão.

- **Verificações gerais**

Neste equipamento não se aplica um Teste de Segurança Elétrica, uma vez que tem transformador. As verificações gerais do aspirador de secreções consistiram nos seguintes aspetos:

- Efetuar inspeção visual;
- Verificar cabo de alimentação;
- Verificar conectores/adaptadores;
- Efetuar ensaio de controlos/teclados;
- Efetuar limpeza geral.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros foram medidos os valores máximo, intermédio e mínimo de pressão que o aspirador consegue atingir. Estas medições foram feitas estrangulando a mangueira e movendo o controlador.

- Ensaio de valor máximo de pressão: - 750 mbar;
- Ensaio de valor intermédio de pressão: - 150 mbar;
- Ensaio de valor mínimo de pressão: - 50 mbar.

### 3.2.3 Bomba de irrigação

Uma bomba de irrigação é um dispositivo projetado para fornecer um fluxo constante de um fluido de irrigação através de uma bomba peristáltica. A irrigação é realizada pressionando um pedal ou, opcionalmente, um botão na peça de mão.

Dependendo das especificações as bombas de irrigação, são utilizadas em cirurgias de otologia<sup>11</sup>, coluna ou neuro ou endoscopias/colonoscopias. A importância deste dispositivo passa pela sua capacidade de limpar detritos e melhorar as condições de observação (DePuySynthes, 2014).

A bomba de irrigação intervencionada foi uma bomba direcionada para cirurgias de otologia, coluna e neuro, apresentada na Figura 32.

---

<sup>11</sup> A otologia é um ramo da medicina que se ocupa da fisiologia, anatomia e patologias do trato auditivo.



Figura 32: Bomba de irrigação.

### 3.2.3.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de uma bomba de irrigação consistiu numa verificação geral, bem como na realização do Teste de Segurança Elétrica utilizando o equipamento de teste adequado.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de uma bomba de irrigação consistiram nos seguintes aspetos:

- Efetuar inspeção e limpeza geral;
- Verificar cabo de alimentação;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Teste de Segurança Elétrica.

Foi ainda realizado um teste de segurança elétrica, utilizando o equipamento de teste Rigel 288+. Na sua realização foi medida a resistência de proteção, ou seja, a resistência de aterramento, que deve ser inferior a  $0.3 \Omega$ . Foram ainda medidas as correntes de fuga das partes aplicadas ( $CF < 50\mu A$  e  $BF < 500\mu A$ ). Todas estas medições devem cumprir os requisitos da norma IEC 62353.



Figura 33: Teste de Segurança Elétrica a uma bomba de irrigação.

### 3.2.4 Agitador de tubos

Um agitador de tubos consiste num bloco de aquecimento (termobloco) e num agitador magnético. O termobloco possui poços de aquecimento de variados tamanhos, mantendo uma temperatura de 35°C a 39°C. O poço com o círculo azul (Figura 34) possui um mecanismo de agitação magnética, podendo regular a sua velocidade até 300rpm (MedWrench, 2020).



Figura 34: Agitador de tubos.

#### 3.2.3.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do agitador de tubo consistiu, para além de uma verificação geral, num ensaio de temperatura, no qual se aferiu se os poços atingiam a temperatura pretendida.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de um agitador de tubos consistem numa inspeção visual e numa verificação do cabo de alimentação e conectores. É também realizado o teste de segurança elétrica.

- Inspeção visual;
- Verificar cabo de alimentação;
- Verificar conectores;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros foi realizado um ensaio de temperatura no qual, utilizando um termómetro calibrado, foram medidas as temperaturas dos diversos poços, verificando-se se a temperatura medida correspondia ao expectável. Para testar o funcionamento dos poços é colocada uma amostra ferrosa dentro de um tubo, sendo este colocado posteriormente em cada um dos poços, com o objetivo de que a amostra comece a girar.

### 3.2.5 Aquecedor de Sangue e Fluidos

Um aquecedor de sangue (Figura 35) é um dispositivo cuja principal função é, tal como o nome indica, o aquecimento de sangue para transfusões ou infusões a pacientes durante ou após cirurgias. Este dispositivo pode ser utilizado também para sustentação do retorno de sangue e fluidos de diálise, bem como transfusões de produtos sanguíneos em rotinas clínicas (ArtMedical - Equipamentos Médico-Hospitalares, 2020).



Figura 35: Aquecedor de Sangue.

### 3.2.5.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do aquecedor de sangue consistiu numa verificação geral do dispositivo, seguido de um ensaio de temperatura.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de um aquecedor de sangue consistem numa inspeção visual e verificação do cabo de alimentação e conectores. Neste equipamento não se aplica um Teste de Segurança Elétrica uma vez que tem transformador. Os aspetos a verificar são:

- Inspeção visual;
- Verificar cabo de alimentação;
- Verificar conectores.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros foi realizado um ensaio de temperatura seguindo o mesmo método utilizado no agitador de tubos, com a diferença de efetuar a medição na ranhura onde passa o tubo.

### 3.2.6 Microscópio Ótico

O microscópio ótico (Figura 36) é um equipamento utilizado na observação de pequenas estruturas, utilizando uma fonte de luz e lentes de vidro para ampliar a imagem. Este tipo de microscópios é constituído pela parte mecânica, que suporta os movimentos, e pela parte ótica, responsável pela visualização e ampliação das imagens (Microscópio Ótico, 2013).



Figura 36: Microscópio Ótico.

### 3.2.6.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do microscópio ótico é realizada anualmente, na qual é efetuada uma inspeção e verificação visual, bem como limpeza técnica.

- **Verificações gerais**

- Inspeção visual;
- Verificar rodas e sistema de travão;
- Verificar tomada/cabo de alimentação;
- Verificar cabos/fibras;
- Verificar filtros;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar fonte de luz;
- Verificar objetivas e oculares;
- Realizar ensaio do sistema de comutação de lâmpada (Figura 37);
- Executar ensaio de luminosidade;
- Efetuar limpeza do ventilador;
- Efetuar teste de movimentos;
- Efetuar ensaio de controlo de brancos;
- Testar o zoom e a luminosidade;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.



Figura 37: Sistema de comutação das lâmpadas do microscópio.

## 3.3 Dispositivos de Emergência

### 3.3.1. Desfibrilhador

A fibrilhação ventricular é uma série de contrações descoordenadas e rápidas dos ventrículos, causadas por múltiplos impulsos elétricos. Quando ocorre fibrilhação ventricular, os ventrículos vibram em vez de se contraírem de forma coordenada (Mitchell, 2019). O único tratamento eficaz da fibrilhação ventricular é a desfibrilhação elétrica, que é realizada utilizando um desfibrilhador. Um desfibrilhador (Figura 38) é um equipamento utilizado para aplicar um choque elétrico ao miocárdio quando este está em arritmia fatal. Aplicando o choque elétrico (através de eléctrodos colocados no peito do paciente), a fibrilhação ventricular altera-se para um ritmo ventricular organizado ou desacelera o ritmo cardíaco demasiado acelerado para um ritmo mais lento e eficaz (Santos, Texto de Apoio: Desfibrilhadores, Cardioversores e Pacemakers, 2018) (SNS24 - Suporte básico de vida com desfibrilhador automático externo, 2020).



Figura 38: Desfibrilhador.

#### 3.3.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de um desfibrilhador é realizada com uma periodicidade de seis meses. Durante o estágio foram realizadas intervenções de manutenção preventivas a vários desfibrilhadores. A manutenção realizada consistiu em três etapas: uma verificação do bom estado do equipamento; um Teste de Segurança Elétrica; e um ensaio dos parâmetros ECG e energia, utilizando um equipamento de teste adequado.

- **Verificações gerais**

Nas verificações gerais foram realizadas as seguintes ações:

- Verificar tomada de alimentação;
- Verificar cabos (substituir se necessário);
- Verificar pás/eléctrodos - consiste na verificação da existência de picos de disparo das pás – riscos – decorrentes das descargas danificando as pás;
- Verificar bateria - a bateria é testada fazendo todos os ensaios utilizando apenas a bateria, desligando o cabo de alimentação;
- Verificar fixação e carro de transporte (aplicável para desfibrilhadores colocados em carros de emergência);
- Efetuar limpeza/desinfecção;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros do desfibrilhador foram efetuados ensaios de ECG com diferentes batimentos, bem como medições das energias a descarregar no paciente. Estes ensaios e medições foram realizados utilizando o equipamento de teste adequado (Fluke Impulse 7000dp), sendo apresentados de seguida:

- Ensaio de descarga interna de energia;
- Verificar alarmes visuais/acústicos;
- Testar sinais acústicos;
- Ensaio de ECG – derivada i – 30bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii – 60bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii – 90bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii – 120bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada iii – 180bpm ( $\pm 5\%$ );
- Teste de alarme de ECG inferior;
- Teste de alarme de ECG superior;
- Teste de continuidade das pás (=0,150);
- Ensaio de limite da energia das pás internas (=50J);

- Medição de energia mínima ( $\pm 15\%$ );
- Medição de energia média ( $\pm 15\%$ );
- Medição de energia máxima ( $\pm 15\%$ );
- Ensaio de energia após 60 segundos ( $=85\%$ );
- Ensaio tempo de carga e energia máxima ( $=15\text{seg} \pm 4\text{J}$  ou  $\pm 15\%$ ).

## 3.4 Dispositivos de Cardiologia

### 3.4.1 Eletrocardiógrafo

Um eletrocardiógrafo (Figura 39) é um equipamento utilizado para exames não invasivos e indolores, utilizados para avaliar a função cardíaca. Este equipamento permite, desta forma, detetar a atividade elétrica do coração, fornecendo uma representação gráfica de impulsos elétricos gerados no coração.

São fixados no tórax seis elétrodos, um em cada um dos membros, que serão ligados ao eletrocardiógrafo. Após a correta colocação dos elétrodos, o eletrocardiógrafo fará a leitura da atividade elétrica do coração (Centros Médicos e Reabilitação, 2020).



Figura 39: Eletrocardiógrafo.

#### 3.4.1.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do eletrocardiógrafo é realizada anualmente. Nesta intervenção de manutenção foi realizada uma inspeção visual e de funcionamento.

- **Verificações gerais**

Foram efetuadas verificações ao estado do equipamento e dos seus acessórios, bem como o teste de segurança elétrica:

- Inspeção visual;
- Verificação da tomada/cabo de alimentação;
- Verificação de cabos/fibras;
- Verificar conectores;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar apoios/fixação (se aplicável);
- Verificar carro de transporte/travões (se aplicável);
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.



Figura 40: Teste de Segurança Elétrica a um eletrocardiógrafo.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetro do eletrocardiógrafo foram efetuadas várias medições de ECG utilizando o equipamento de teste Fluke Impulse 7000dp:

- Ensaio de autoteste;
- Ensaio de ECG – derivada i (30 bpm  $\pm$ 5%);
- Ensaio de ECG - derivada ii (60 bpm  $\pm$ 5%);

- Ensaio de ECG - derivada ii (90 bpm  $\pm$ 5%);
- Ensaio de ECG - derivada ii (120 bpm  $\pm$ 5%);
- Ensaio de ECG - derivada iii (180 bpm  $\pm$ 5%);
- Verificar traçado de ECG;
- Verificar carro de transporte/travões (se aplicável);
- Verificar posição de linha de base ( $\pm$ 0,5mm);
- Ensaio de impressora;
- Ensaio de velocidade do papel;
- Ajustes e afinações (se aplicável).



Figura 41: Ensaio de parâmetros de um eletrocardiógrafo utilizando o equipamento de teste adequado.

### 3.4.2 Holter

Um *holter* (Figura 42) é um dispositivo portátil que regista, de forma contínua, o ECG de um paciente. Este registo é efetuado durante a atividade normal, por vinte e quatro horas ou sete dias. O ECG é registado no *holter*, sendo, posteriormente, descarregado para um computador com *software* adequado para análise (Negrão, Maria, Castro, & Freitas, 2015).

Este dispositivo é utilizado para detetar anomalias intermitentes e alterações pontuais do ECG, como palpitações e tonturas. O exame é feito utilizando elétrodos (entre três a oito), aplicando-os no tórax do paciente. O *holter* é transportado numa bolsa apropriada,

protegendo o dispositivo de qualquer líquido (água ou suor) (Negrão, Maria, Castro, & Freitas, 2015).



Figura 42: *Holter*.

### 3.4.2.1 Manutenção Preventiva

Na manutenção preventiva de um *holter* é realizada, para além de uma verificação geral, o ensaio de parâmetros ECG. Não se realiza Teste de Segurança Elétrica a este equipamento uma vez que é alimentado por pilhas.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de um *holter* consistem nos seguintes aspetos:

- Inspeção visual e limpeza geral;
- Verificar *display*.

- **Ensaio de parâmetros**

O ensaio de parâmetros de um *holter* é semelhante ao ensaio de ECG de um monitor multiparamétrico.

No ensaio de parâmetros são simuladas frequências de 30, 60, 90, 120 e 180 bpm. não devendo os valores medidos ser inferiores ou superiores a 5% do valor estipulado. Para garantir a fiabilidade dos dados obtidos, cada frequência foi simulada durante uma hora. Esta simulação foi realizada utilizando o equipamento de teste adequado, representado na Figura 43.



Figura 43: Ensaio de ECG de um *Holter*.

### 3.4.3 Monitorização Ambulatória da Pressão Arterial

A Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial (MAPA) consiste num exame não invasivo e indolor que permite o registo da tensão arterial em intervalos regulares durante várias horas (duração mínima de 21 horas) (Cardiologia de Gaia, 2020). É um método de medição automática de pressão arterial, consistindo na colocação de um dispositivo na cintura do paciente, que se encontra conectado por um cabo a uma manga insufladora que fica aplicada no braço. As medições realizadas são armazenadas no dispositivo e transferidas, após o exame, para um programa de computador que permite a sua análise (CUF, 2020).



Figura 44: Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial.

### 3.4.3.1 Manutenção Preventiva

Os procedimentos de manutenção preventiva de uma MAPA são muito semelhantes aos efetuados nos testes de NIBP de um monitor multiparamétrico (Secção 3.1.1.1).

- **Verificações gerais**

As verificações gerais de uma MAPA abrangem os seguintes aspetos:

- Inspeção visual;
- Verificar *display*;
- Verificar cabos/mangueiras;
- Efetuar limpeza e desinfeção.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros são efetuadas medidas de pressão:

- Ensaio de pressão 50 mmHg +/- 3 mmHg;
- Ensaio de pressão 100 mmHg +/- 3 mmHg;
- Ensaio de pressão 150 mmHg +/- 3 mmHg;
- Ensaio de pressão 200 mmHg +/- 3 mmHg;
- Ensaio de *overpressure* 310 mmHg +/- 5;
- Teste do alarme de pressão;
- Ensaio de frequência cardíaca.



Figura 45: Ensaio de parâmetros de uma MAPA.

### 3.4.4 Prova de Esforço

A prova de esforço é um exame que consiste em caminhar sobre uma passadeira (Figura 46), aumentando gradualmente o esforço, podendo ter, no final, um período de corrida. A duração deste exame varia consoante o paciente e as suas condições particulares. Com a prova de esforço é possível analisar a resposta cardiovascular ao esforço, uma vez que é feito um registo eletrocardiográfico contínuo, bem como medições de pressão arterial (Hospital da Luz, 2020).



Figura 46: Prova de esforço.

#### 3.4.3.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva da prova de esforço é realizada anualmente. Foi realizada uma intervenção de manutenção preventiva tendo sido feita uma verificação geral, um Teste de Segurança Elétrica e o ensaio dos parâmetros que o mesmo mede utilizando os equipamentos de teste adequados.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais da prova de esforço consistiram nos seguintes aspetos:

- Inspeção visual;
- Verificar *display*;
- Verificar cabos de aquisição;

- Verificar cabos/eléctrodos;
- Testar a impressora;
- Verificar qualidade de impressão;
- Ensaio do botão de paragem de emergência;
- Verificar o tapete rolante;
- Verificar correia e rolamentos;
- Efetuar limpeza e desinfeção;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros da prova de esforço foi utilizado o equipamento de teste de sinais vitais.

- Ensaio de ECG – derivada i – 30bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii (0,5mV) – 60bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii (1,0mV) – 90bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada ii (1,5mV) – 120bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio de ECG – derivada iii – 180bpm ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio alarme de ECG – inferior ( $\pm 5\%$ );
- Ensaio alarme de ECG – superior ( $\pm 5\%$ ).



Figura 47: Ensaio de parâmetros da prova de esforço.

Os resultados obtidos pelo equipamento de teste foram comparados com as medições efetuadas pelo *software* da prova de esforço apresentado na Figura 48.

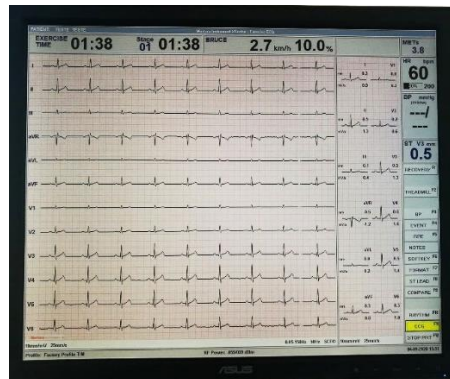


Figura 48: *Software* da prova de esforço.

## 3.5 Dispositivos de Neonatologia e Obstetrícia

### 3.5.1 Cardiotocógrafo

Um cardiotocógrafo (Figura 49) é um equipamento para exames não invasivos que têm como finalidade avaliar o bem-estar fetal. Este equipamento mostra e regista, em simultâneo e de forma contínua, a frequência cardíaca do feto (utilizando a sonda Doppler), os movimentos do feto e as contrações do útero (utilizando a sonda Toco<sup>12</sup>). A cardiotocografia recorre a ultrassons para detetar a frequência cardíaca do bebé (CUF, 2020).



Figura 49: Cardiotocógrafo.

<sup>12</sup> A sonda Toco ou toconômetro é um sensor de pressão que é colocado sobre o abdómen da grávida, detetando e medindo a atividade uterina.

### 3.5.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva do cardiocógrafa é realizada anualmente. Foi realizada uma intervenção de manutenção preventiva a um cardiocógrafa ao longo do estágio, tendo sido feita uma verificação geral, um Teste de Segurança Elétrica (uma vez que este é um equipamento de Classe I) e o ensaio dos parâmetros que o mesmo mede.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais efetuadas consistem numa inspeção geral do estado do equipamento e acessórios, bem como num Teste de Segurança Elétrica. As ações a efetuar são:

- Inspeção visual/Limpeza técnica;
- Verificação da tomada/cabo de alimentação;
- Verificação de cabos/fibras;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar cabos e conexões;
- Verificação de alarmes visuais/acústicos;
- Efetuar Teste de Segurança Elétrica.

- **Ensaio de parâmetros**

O ensaio de parâmetros do cardiocógrafa foi realizado utilizando um equipamento de teste adequado. A Figura 50 representa a simulação realizada, explicada seguidamente.



Figura 50: Simulação de batimentos cardíacos.

No caso apresentado foi utilizado o equipamento de teste da Fluke, V1000 Fetal Heart Simulator. No equipamento de teste foi feita a simulação de sinais ECG com diferentes batimentos cardíacos (90, 120 e 180bpm), não devendo os valores obtidos no cardiograma exceder o pretendido em  $\pm 5\%$ . O acessório do equipamento de teste é encostado à sonda Doppler com utilização de gel para aumentar a condutividade, sendo os batimentos detetados pela mesma. Para verificar o funcionamento da sonda Toco foram simuladas contrações pressionando o centro da sonda.

## 3.6 Dispositivos de Audiologia

### 3.6.1 Irrigador Calórico de Ar

Um irrigador calórico de ar (Figura 51) é um equipamento utilizado para injetar ar quente ou frio no interior do ouvido de um paciente, permitindo verificar sintomas de tonturas ou vertigens (Natus Otometrics, 2020).



Figura 51: Irrigador calórico.

#### 3.6.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de um irrigador calórico é realizada anualmente, na qual são realizadas uma inspeção visual e uma avaliação/medição das temperaturas que apresenta. O ensaio da temperatura é efetuado utilizando um termómetro calibrado.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais efetuadas consistiram nos seguintes aspetos:

- Inspeção visual/Limpeza técnica;
- Verificação da tomada/cabo de alimentação;
- Verificação de cabos/fibras;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar cabos e conexões;
- Ensaio do temporizador;
- Verificação de alarmes visuais/acústicos;
- Efetuar ensaio de temperatura (Figura 52);
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.



Figura 52: Ensaio de temperatura de um irrigador calórico.

## 3.7 Material Hospitalar

### 3.7.1 Camas Elétricas

As camas elétricas (Figura 53) são um equipamento pouco mencionado, mas com uma importância extrema na área hospitalar, devendo ser igualmente testadas no que diz respeito à segurança elétrica, bem como à boa funcionalidade mecânica de todos os seus componentes.



Figura 53: Cama elétrica.

### 3.7.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva das camas elétricas é realizada anualmente, na qual se verifica o funcionamento mecânico, bem como o funcionamento elétrico.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais das camas elétricas visam verificar o bom funcionamento mecânico e a segurança do equipamento:

- Verificar apoios/fixação e carro de transporte/travões;
- Testar alavanca de emergência (nivela a cama);
- Verificar sistema de imobilização;
- Verificar cabo de alimentação;
- Verificar *display*/indicadores luminosos;
- Testar comandos/controles;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica (Figura 54).



Figura 54: Teste de Segurança Elétrica a uma cama elétrica: colocação num ponto metálico.

Por fim, verificaram-se as baterias. As camas elétricas em questão possuem duas baterias de 12V cada uma, com um térmico de proteção no meio que, quando deteta uma temperatura superior ao valor nominal, corta a corrente. Utilizando um multímetro mede-se a carga das baterias (Figura 55), devendo esta ser superior a 24V.

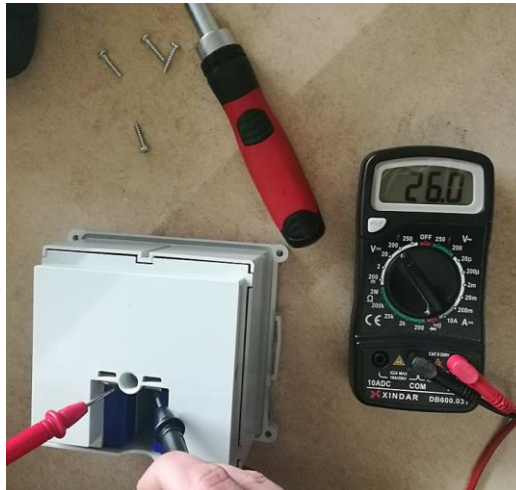


Figura 55: Medição da carga das baterias de uma cama elétrica.

### 3.7.2 Marquesa Cirúrgica

As marquesas cirúrgicas (Figura 56) são um equipamento bastante importante, sendo utilizado no bloco operatório. Desta forma, estando em contacto direto com o paciente, há que ser testado no que diz respeito à segurança elétrica e à boa funcionalidade mecânica dos seus componentes.



Figura 56: Marquesa Cirúrgica.

### 3.7.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva das marquesas cirúrgicas é realizada anualmente, na qual é verificado o seu funcionamento mecânico e elétrico, bem como realizado o Teste de Segurança Elétrica.

- **Verificações gerais**

As verificações gerais das marquesas cirúrgicas são semelhantes às das camas elétricas, sendo verificado o bom funcionamento e segurança do equipamento:

- Verificar apoios/fixação e travões;
- Verificar cabo de alimentação;
- Verificar estanquicidade do sistema;
- Verificar *display*/indicadores luminosos;
- Testar comandos/controlos;
- Testar movimentos;
- Verificar cilindro do pneumático de elevação;
- Verificar/ajustar sistema de imobilização;
- Verificar tempo de bateria;
- Verificar almofadas (não podem estar rasgadas devido ao risco de contaminação);
- Efetuar Teste de Segurança Elétrica.

No Teste de Segurança Elétrica foi realizado o mesmo procedimento efetuado nas camas elétricas, utilizando o Rigel 288+.

### 3.7.3 Candeeiro Cirúrgico

Um candeeiro cirúrgico (Figura 57) é um dispositivo utilizado em procedimentos de enfermagem, ideal para hospitais, clínicas, ambulatório e serviços de urgência.



Figura 57: Candeeiro Cirúrgico.

### 3.7.3.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva de um candeeiro cirúrgico é realizada anualmente, na qual é verificado o seu funcionamento mecânico, bem como realizado o Teste de Segurança Elétrica e um ensaio de parâmetros no qual é utilizado um luxímetro calibrado.

- **Verificações gerais**

- Verificação da tomada/cabo de alimentação;
- Verificar fusíveis;
- Efetuar ensaio de controlos;
- Verificar bateria/carregador;
- Verificar/substituir lâmpadas;
- Verificar movimentos do braço;
- Realizar Teste de Segurança Elétrica.

- **Ensaio de parâmetros**

No ensaio de parâmetros foi verificada a luminosidade (Figura 58) do candeeiro utilizando um luxímetro. Este ensaio é realizado colocando o luxímetro à distância de um metro, devendo obter um valor que deve estar dentro dos valores definidos pelo fabricante.

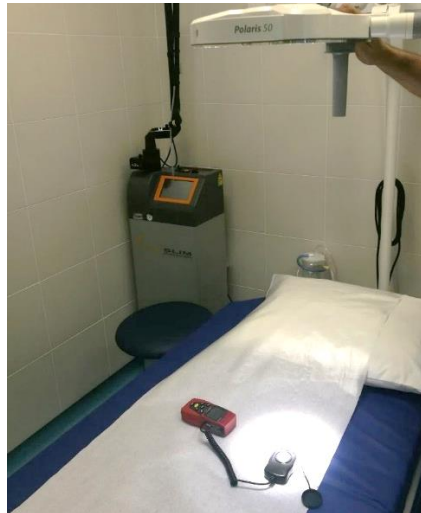


Figura 58: Ensaio de luminosidade de um candeeiro cirúrgico utilizando um luxímetro.

## 3.8 Calibrações

A calibração tem o objetivo de assegurar um nível elevado de qualidade, credibilidade e fiabilidade de um instrumento de medição, confirmando que os resultados estão conforme a legislação, assegurando que os instrumentos estão dentro de um critério previamente definido (Prova Ímpar, 2020). Uma calibração é realizada através de processos específicos e regulamentados mundialmente, fazendo uma comparação entre as medições de cada dispositivo com padrões de elevada precisão e, se necessário, procedendo à calibração – isto é, ajuste – do dispositivo, para que este tenha a maior precisão possível (ISQ, 2020).

Consoante o serviço, existem diferentes mapas de calibração com diferentes periodicidades e incertezas.

As calibrações são efetuadas por entidades certificadas.

### 3.8.1 Frigoríficos

Um frigorífico (Figura 59) na área hospitalar é utilizado para o armazenamento de medicamentos. É necessário, periodicamente, proceder a uma calibração da temperatura destes dispositivos, efetuando um estudo da variação da temperatura ao longo do tempo e espaço do frigorífico, dentro da zona útil de utilização (IPAC, 2020). Esta calibração é realizada por uma entidade certificada. No entanto, a aluna teve oportunidade de assistir e colaborar numa aferição dos frigoríficos, realizada pela empresa residente no hospital.



Figura 59: Frigorífico de medicamentos.

### 3.8.2 Balanças

As balanças devem ser calibradas periodicamente para que garantam medições confiáveis, isto é, que as medições realizadas em dois locais diferentes sejam compatíveis (Mettler Toledo, 2020). As calibrações são efetuadas por entidades certificadas, aplicando pesos imaculados, devendo o valor obtido pela balança estar de acordo com as incertezas descritas pela entidade certificada. A aluna teve a oportunidade de assistir à calibração das balanças ao longo do período de estágio.

### 3.8.2 Sondas de temperatura

As sondas de temperatura são utilizadas, na área hospitalar, para monitorizar a temperatura de frigoríficos dedicados ao armazenamento de medicamentos. Um exemplo de uma sonda é a da Vigie Solutions (Figura 60), que oferece uma monitorização contínua *wireless*, efetuando o registo de temperaturas e permitindo ao utilizador receber alertas em caso de falhas de energia, ou quando exista desvio dos valores especificados (Vigie Solutions, 2020). Estas sondas são sujeitas a processos de calibração por uma entidade certificada.



Figura 60: Sonda de temperatura Vigie.

### **3.9 Registo de intervenção**

No fim de cada intervenção de manutenção preventiva é necessária uma confirmação de que esta intervenção foi realizada. Para esta confirmação é utilizada uma etiqueta, na qual consta a data de realização da intervenção, a data da próxima intervenção e a assinatura do técnico responsável.



# CAPÍTULO 4: Dispositivos intervencionados e respectivos Procedimentos de Manutenção Corretiva

Ao longo do estágio a aluna teve a oportunidade de acompanhar e participar em intervenções de manutenção corretiva, tendo sido dada alguma autonomia na sua execução, sempre sob supervisão do técnico responsável. Neste capítulo são descritos os equipamentos que foram sujeitos a intervenções de manutenção corretiva ao longo do estágio.

## 4.1 Laringoscópio

Um laringoscópio (Figura 61) é um dispositivo projetado para a visualização das cordas vocais e laringe, bem como para auxiliar na intubação endotraqueal (inserção de um tubo na traqueia do paciente, pelo qual recebe ventilação pulmonar (Science Direct, 2020).

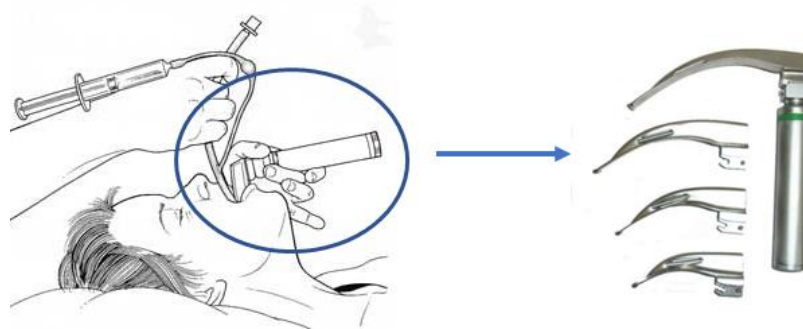


Figura 61: Laringoscópio.

### 4.1.1 Manutenção Corretiva

A primeira intervenção de manutenção corretiva realizada consistiu na lubrificação de uma mola interna de um laringoscópio. O laringoscópio apresentava uma avaria, na qual a luz emitida falhava ou era nula. Após uma inspeção visual, o laringoscópio foi desmontado, tendo sido medida a carga da sua bateria (Figura 62).

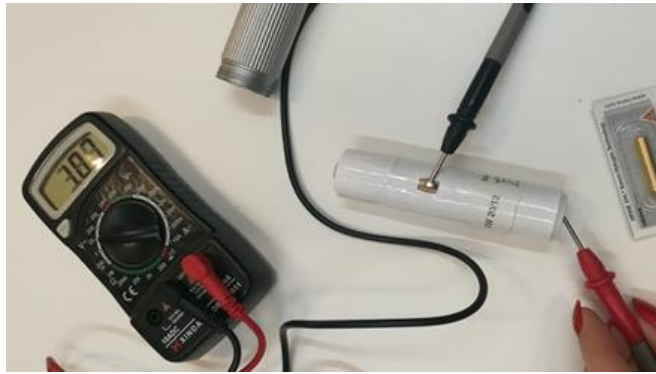


Figura 62: Medição, com o multímetro, da carga da bateria do laringoscópio.

Após ser averiguada a boa condição da bateria, verificou-se que a mola que fazia a ligação ao sensor não cumpria corretamente a sua função, tendo-se procedido à sua lubrificação (Figura 63).

Por fim, foram realizados testes funcionais para averiguar o correto funcionamento.



Figura 63: Laringoscópio desmontado para posterior colocação de produto para sistemas elétricos.

## 4.2 Marquesa cirúrgica

Uma marquesa cirúrgica, como referido na secção 3.7.2, é um dispositivo utilizado no bloco operatório. Esta marquesa tem a possibilidade de ajuste da posição, através de painel incluído na própria marquesa e de um comando.

### 4.2.1 Manutenção Corretiva

Foi substituída a pilha do comando de uma marquesa cirúrgica (Figura 64), após verificar que os controlos do comando não moviam a marquesa. Por fim, foram realizados testes funcionais para averiguar o correto funcionamento.

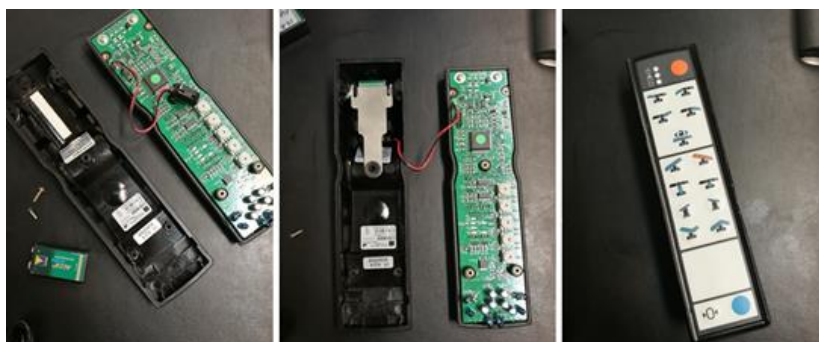


Figura 64: Substituição de pilha de comando de uma marquesa cirúrgica.

### 4.3 Ecógrafo

A ecografia ou ultrassonografia é um meio complementar de diagnóstico que se baseia na emissão de ultrassons. É considerada totalmente inofensiva nas doses utilizadas em diagnóstico, embora noutras frequências os ultrassons sejam uma arma terapêutica, nomeadamente em fisioterapia (IMI - Imagens Médicas Integradas, 2020). O equipamento que permite realizar ecografias é o ecógrafo (Figura 65).



Figura 65: Ecógrafo.

Um ecógrafo permite detetar lesões em órgãos (como fígado, pâncreas, baço, rins, próstata, mama e tireoide) e tem um papel fundamental na avaliação ginecológica (útero e ovários) (IMI - Imagens Médicas Integradas, 2020).

### 4.3.1 Manutenção Corretiva

Foi verificada uma não conformidade na sujidade dos filtros do ecógrafo (Figura 66), tendo sido necessário proceder a uma intervenção.



Figura 66: Filtro de um ecógrafo.

Após verificação no manual do equipamento concluiu-se que o filtro em questão era lavável, tendo-se assim procedido à sua limpeza (Figura 67). Por fim, foram realizados testes funcionais para averiguar o correto funcionamento.



Figura 67: Antes e depois da limpeza do filtro.

## 4.4 Mesa de oftalmologia

A mesa de oftalmologia (Figura 68) presente no local de estágio consiste numa mesa rotativa, com quatro posições, possuindo, em cada posição, um equipamento oftálmico diferente.



Figura 68: Mesa de oftalmologia.

### 4.4.1 Manutenção Corretiva

Após notificação pelos serviços de que a mesa não girava e dava um alarme, foi verificado que a mesa não respondia aos comandos. Após análise averiguou-se que os cabos desta mesa estavam trilhados (Figura 69), comprometendo o movimento da mesa. Os cabos foram puxados de forma a não ficarem em esforço e foi colocada uma braçadeira para os manter juntos, para que a mesa pudesse girar livremente. Por fim, foram realizados testes funcionais para averiguar o correto funcionamento.



Figura 69: Estado dos cabos antes e depois da intervenção.

## 4.5 Máquina de lavar e desinfetar arrastadeiras

Uma máquina de lavar arrastadeiras (Figura 70) é uma máquina específica para lavagem e desinfecção de arrastadeiras. Estas máquinas possuem uma bomba doseadora integrada, permitindo dosear de modo preciso os detergentes e desinfetantes a utilizar (Miele, 2020).



Figura 70: Máquina de lavar arrastadeiras.

### 4.4.1 Manutenção Corretiva

A porta da máquina de lavar e desinfetar arrastadeiras deixou de lacrar, tendo sido verificado que o eletroímã que ativava e desativava a tranca estava com avaria. Após encomenda da peça procedeu-se à sua troca (Figura 71), tendo, posteriormente, realizado testes funcionais para verificar que a avaria estava resolvida.

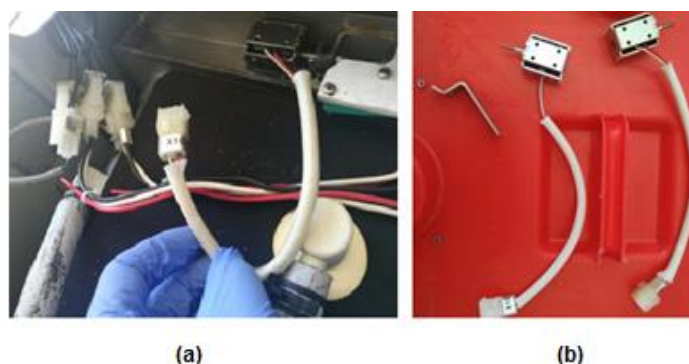


Figura 71: Eletroímã da máquina de lavar e desinfetar arrastadeiras: (a) remoção do eletroímã avariado; (b) eletroímã avariado e eletroímã de substituição.

# CAPÍTULO 5 – Outras Atividades abordadas durante o estágio

Neste capítulo são apresentadas diversas atividades desenvolvidas ao longo estágio, para além das atividades descritas nos capítulos anteriores.

## 5.1 Formações

Nesta secção são descritas de forma sucinta algumas formações recebidas pelos técnicos e profissionais de saúde por parte dos representantes das marcas. As formações são realizadas sempre que há entrada de um novo dispositivo médico.

### 5.1.1 Balança de Análise Corporal

A formação da balança de análise corporal Tanita DC-430MAP (Figura 72) teve como principal objetivo conhecer as suas características e o seu funcionamento. Nesta formação foi explicado o funcionamento da balança, bem como uma breve explicação dos parâmetros que mede.



Figura 72: Balança de Análise Corporal Tanita.

Esta balança oferece uma análise completa da composição corporal em 15 segundos, mostrando os resultados no LCD integrado. Tem ainda uma impressora integrada que imprime automaticamente os resultados da medição. É ainda possível armazenar os dados num cartão SD para uso futuro. A balança Tanita permite, desta forma, fazer uma avaliação de risco à saúde e gestão completa de dados (Tanita, 2020).

### 5.1.2 Equipamento Urodinâmico

A formação do equipamento urodinâmico Solar Blue (Figura 73) consistiu numa explicação do seu princípio de funcionamento.



Figura 73: Equipamento Urodinâmico.

Um equipamento urodinâmico consiste num dispositivo que permite imitar a fase de armazenamento e esvaziamento da bexiga, permitindo, desta forma, a avaliação de diferentes variáveis, como a sensibilidade da bexiga, o seu volume de enchimento máximo, as propriedades elásticas, a presença de contrações involuntárias e a sua capacidade de esvaziar (Saúde e Bem Estar, 2020). O equipamento urodinâmico Solar Blue tem a possibilidade de integrar um scanner 3D de ultrassons que permite medir e guardar a fase de enchimento inicial da bexiga e resíduos pós-esvaziamento (Teprel, 2020).

### 5.1.3 Selador de Sacos

Foi realizada uma formação sobre o selador de sacos SealSAFE (Figura 74) instalado no bloco, com o intuito de explicar o funcionamento do dispositivo e os passos a seguir para o utilizar corretamente

O selador de sacos SealSAFE é um sistema automático que permite o armazenamento de tecido humano utilizando um fixador específico (formol<sup>13</sup>). Através do tamanho do saco utilizado, o SealSAFE calcula o volume necessário de formol a injetar de forma automática,

---

<sup>13</sup> Composto líquido utilizado em laboratório para preservar tecidos

evitando a exposição do utilizador a vapores. Posteriormente, o saco é selado a vácuo, reduzindo o seu volume, facilitando, desta forma, o seu transporte, para posterior análise laboratorial (Milestone - Helping Patients, 2020).



Figura 74: Selador de Sacos.

## 5.2 Inventários

Ao longo do estágio a aluna teve a oportunidade de realizar e participar em outras atividades, para além das previstas, nomeadamente o inventário dos equipamentos de eletromedicina e o inventário do armazém do bloco.

### 5.2.1 Inventário de Eletromedicina

A aluna acompanhou e realizou o inventário de todos os equipamentos de eletromedicina existentes no hospital CUF Coimbra. Este inventário foi realizado devido a algumas alterações na codificação de alguns equipamentos. Assim, foi necessário comparar todos os códigos existentes com os novos códigos, substituindo as etiquetas nas quais se verificou a existência de alteração.

### 5.2.2 Inventário do Armazém do Bloco

A aluna acompanhou e ajudou na realização de um inventário do armazém do bloco por responsabilidade do Armazém. Este inventário consistiu na contagem de material consumível utilizado no bloco (seringas, compressas, fio, entre outros) e posterior confirmação com os valores pré-definidos de cada material, para realizar reposição de *stock* ou exclusão de material (material que já não seja utilizado).

## 5.3 Infraestruturas

Ao longo do estágio foi sendo realizado algum trabalho fora da área da eletromedicina, nomeadamente na área das infraestruturas, a qual, apesar de distinta da eletromedicina, tem alguns pormenores em que cruza o caminho desta área.

### 5.3.1 Rotina Diária

A rotina diária consiste numa verificação geral ao Hospital. Nesta rotina é realizado um percurso ao longo de todo o hospital, tendo pontos predefinidos que são verificados diariamente. Esta verificação permite confirmar que todas as áreas do hospital estão em bom funcionamento.

A aluna acompanhou a rotina diária algumas vezes, na qual se realizaram os seguintes passos:

- Verificação e registo da temperatura da água dos *chillers*, nomeadamente do *chiller* da ressonância, bem como da pressão;
- Verificação e registo da temperatura da água nas caldeiras (central de quente);
- Verificação do estado geral e registo das temperaturas dos depósitos AQS<sup>14</sup>;
- Verificação do funcionamento das UPS do bloco operativo;
- Verificação do estado geral e registo da pressão do depósito de ar comprimido;
- Verificação e registo da pressão de distribuição de gases medicinais (oxigénio e protóxido de azoto), bem como dos níveis das rampas direita, esquerda e de emergência de cada gás;
- Verificação e registo da pressão da bomba de vácuo;
- Verificação de vestígios de óleo nos geradores.

Após a realização da rotina diária os dados recolhidos são passados para suporte digital.

### 5.3.2 Corte de Energia

O corte de energia é um procedimento realizado mensalmente, com o intuito de testar e verificar o arranque do grupo gerador (Figura 75) que auxilia os serviços críticos.

---

<sup>14</sup> AQS – Águas Quentes Sanitárias



Figura 75: Grupo gerador.

Um grupo gerador é um equipamento cuja função é converter calor em energia mecânica e, conseqüentemente, em energia elétrica (Grupel, 2020). A função do grupo gerador, no caso que a aluna experienciou, é ser redundante na alimentação dos serviços críticos em caso de falha da eletricidade da rede exterior.

### 5.3.3 Plano de Segurança de Água

Um Plano de Segurança de Água (PSA) é um plano implementado em diversas instituições com o objetivo de garantir os requisitos relativos à qualidade da água utilizada para consumo humano (EPAL, 2020).

Num plano de segurança de água são medidas e controladas as temperaturas da água quente e da água fria em vários pontos do edifício. Existem também pontos críticos que devem ser acompanhados diariamente. A aluna teve a oportunidade de acompanhar a implementação das atividades incluídas no Plano de Segurança de Água.



## **CAPÍTULO 6: Conclusões e Considerações Finais**

Apesar da fase atribulada em que decorreu este estágio curricular, devido à pandemia, existiu a oportunidade de a aluna fazer o estágio completo, integrada numa equipa residente de um hospital responsável pela manutenção dos equipamentos médicos, sob a supervisão de duas empresas diferentes, em janelas temporais também distintas.

Foram traçados vários objetivos, designadamente: conhecer o sistema de gestão da manutenção utilizado, tomar contacto com diversos equipamentos de eletromedicina e aprender o seu princípio de funcionamento, aprender quais os procedimentos subjacentes à manutenção preventiva e corretiva, e colaborar na realização dos mesmos.

Ao longo do estágio, a aluna adquiriu conhecimentos na área da manutenção de dispositivos médicos, bem como a aprendizagem acerca das infraestruturas de um hospital. Refletindo acerca das diversas atividades desenvolvidas e enriquecimento técnico, é descrito neste relatório o contacto com diversos equipamentos, tendo sido bastante importante a explicação e experiência transmitida pelos técnicos de eletromedicina para a aquisição e consolidação dos conhecimentos aqui expostos. Também a diversidade de intervenções de manutenção preventiva foram um aspeto bastante positivo, bem como outras várias atividades não planeadas inicialmente, como inventários e aprendizagens na área das infraestruturas. Adicionalmente, a aluna teve a oportunidade de frequentar algumas formações e demonstrações de equipamentos realizadas por representantes de várias marcas, tendo estas sido uma mais valia para adquirir novos conhecimentos e cimentar aqueles adquiridos durante a formação académica.

A aluna pôde concluir, após o período de estágio, que os objetivos inicialmente traçados por ela foram ultrapassados. Teve a possibilidade de lidar com a realidade daquilo que é o ambiente hospitalar e de perceber o seu funcionamento como um todo. Contactou com diferentes realidades e profissionais e conclui que, apesar de diferentes rotinas e diferentes métodos de trabalho, o objetivo é sempre só e apenas um: manter o bom funcionamento dos dispositivos e preservá-los da melhor forma possível.

No que concerne às relações interpessoais, a aluna teve a possibilidade de integrar uma equipa de trabalho com diversas pessoas de diferentes áreas de atividade (técnicos de eletromedicina, médicos, enfermeiros, fiéis de armazém, farmacêutica e técnica de farmácia, técnicos de imagem médica, entre muitos outros). Teve igualmente a oportunidade de estar presente em reuniões periódicas com os técnicos e engenheiro de manutenção, permitindo, de forma muito positiva, elevar as capacidades da aluna no que diz respeito a trabalho de equipa.



# Referências

- AAMI - Association for the Advancement of Medical Instrumentation*. (Março de 2020). Obtido de <https://www.aami.org/membershipcommunity/content.aspx?ItemNumber=1292&nAvItemNumber=4603>
- Althea*. (Maio de 2020). Obtido de Althea: <https://www.althea-group.com/about-us/profile>
- ANSI - American National Standards Institute*. (Março de 2020). Obtido de [https://www.ansi.org/about\\_ansi/overview/overview?menuid=1](https://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview?menuid=1)
- ANSI/AAMI EC13-2002 Cardiac Monitors, Heart Rate Meters, And Alarms*. (Outubro de 2020). Obtido de ANSI Webstore: <https://webstore.ansi.org/standards/aami/ansiaamiec132002>
- ArtMedical - Equipamentos Médico-Hospitalares*. (Outubro de 2020). Obtido de <http://www.artmedical.net/artmedical/produto.php?id=377>
- Associação Portuguesa de Infecção Hospitalar - APIH*. (Junho de 2020). Obtido de [https://www.apih.pt/sess%C3%A3o\\_tematica\\_medicoes\\_saude\\_2017/03.pdf](https://www.apih.pt/sess%C3%A3o_tematica_medicoes_saude_2017/03.pdf)
- ATM - Manutenção Total*. (Fevereiro de 2020). Obtido de [www.atmtotal.com](http://www.atmtotal.com)
- Cardiologia de Gaia*. (Setembro de 2020). Obtido de <https://cardiologiadegaia.pt/exame/monitorizacao-ambulatoria-da-pressao-arterial-mapa/>
- Centros Médicos e Reabilitação*. (21 de Julho de 2020). Obtido de <https://www.cmm.com.pt/exames/eletrocardiografia-ecg/>
- CUF*. (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.cuf.pt/marcacoes/exames/cardiologia-mapa-monitorizacao-ambulatoria-da-pressao-arterial>
- CUF*. (Julho de 2020). Obtido de <https://www.cuf.pt/marcacoes/exames/ginecologia-obstetricia-ctg>
- CUF Coimbra*. (Fevereiro de 2020). Obtido de [www.saudecuf.pt](http://www.saudecuf.pt)
- Decreto-Lei n.º 145/2009. (Dezembro de 2020). Ministério da Saúde. Obtido de <https://dre.pt/application/conteudo/494558>
- DePuySynthes. (2014). *Emax 2 Plus High Speed Electric System*.

- EN 13306:2017 - Maintenance - Maintenance terminology.* (Outubro de 2020). Obtido de EN - European Standards: <https://www.en-standard.eu/bs-en-13306-2017-maintenance.-maintenance-terminology/>
- EN 15341 - Maintenance - Maintenance Key Performance Indicators.* (Outubro de 2020). Obtido de EN - European Standards: <https://www.en-standard.eu/ilnas-en-15341-maintenance-maintenance-key-performance-indicators/>
- EPAL.* (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.epal.pt/EPAL/menu/%C3%A1gua/plano-de-seguran%C3%A7a-da-%C3%A1gua>
- Farinha, J. M. (1997). *Manutenção das instalações e equipamentos hospitalares : uma abordagem terológica.* Coimbra: Minerva.
- Fonseca, H. A. (2008). *Monitorização de sinais vitais com uma consola de jogos portátil - Tese de Mestrado.* Universidade de Aveiro - Departamento Eletrónica, Telecomunicações e Informática.
- Fonseca, I. (2019). Texto de Apoio: Manutenção de Equipamentos e Instalações - Fiabilidade.
- Freitas, J. I. (2018). *Organização e gestão da manutenção de equipamentos biomédicos na vertente de risco dos utentes - Tese de Mestrado.* Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Fundação Portuguesa de Cardiologia.* (Junho de 2020). Obtido de <http://www.fpcardiologia.pt/saude-do-coracao/factores-de-risco/hipertensao/>
- Grupel.* (Agosto de 2020). Obtido de <https://grupel.eu/grupel/grupo-gerador/>
- Hospital da Luz.* (Julho de 2020). Obtido de <https://www.hospitaldaluz.pt/pt/guia-de-saude/dicionario-de-saude/C/222/cardiocografia>
- Hospital da Luz.* (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.hospitaldaluz.pt/pt/servicos-e-medicos/servicos/exames/339/ecg-com-prova-de-esforco#tabp-0>
- IEC - International Electrotechnical Commission.* (Março de 2020). Obtido de IEC - International Electrotechnical Commission: <https://www.iec.ch/about/?ref=menu>
- IEC 60601-1:2005+AMD1:2012+AMD2:2020 Consolidated version - Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for basic safety and essential performance.* (Outubro de 2020). Obtido de IEC - International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/67497>
- IEC 60601-2-2:2017 RLV - Medical electrical equipment - Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and*

- high frequency surgical accessories*. (Outubro de 2020). Obtido de IEC - International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/60237>
- IEC 60601-2-25:2011 - Medical electrical equipment - Part 2-25: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electrocardiographs*. (Outubro de 2020). Obtido de IEC - International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/2636>
- IEC 62353:2014 - Medical electrical equipment, Recurrent test and test after repair of medical electrical equipment*. (Outubro de 2020). Obtido de IEC - International Electrotechnical Commission: <https://webstore.iec.ch/publication/6913>
- IMI - Imagens Médicas Integradas*. (Julho de 2020). Obtido de <https://imi.pt/pt/content/17-servicos/76-o-que-a-ecografia?main=18&current=67>
- Infarmed*. (Abril de 2020). Obtido de <https://www.infarmed.pt/web/infarmed/entidades/dispositivos-medicos>
- Infarmed*. (Maio de 2020). Obtido de <https://www.infarmed.pt/web/infarmed/entidades/dispositivos-medicos/classificacao-e-fronteiras>
- Instituto Português da Qualidade. (2010). *NP EN 13306: 2010*.
- IPAC*. (Outubro de 2020). Obtido de <http://www.ipac.pt/docs/publicdocs/requisitos/OGC008.pdf>
- IPQ - Instituto Português da Qualidade*. (Julho de 2020). Obtido de [http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/GBP\\_Bo mbasPerfusao.pdf](http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/GBP_Bo mbasPerfusao.pdf)
- ISO - International Organization for Standardization*. (Março de 2020). Obtido de ISO - International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/what-we-do.html>
- ISO 14971:2019 - Medical devices, Application of risk management to medical devices*. (Outubro de 2020). Obtido de ISO - International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/standard/72704.html>
- ISO 9001:2015- Quality management systems, Requirements*. (Outubro de 2020). Obtido de ISO - International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- ISO 9919:2005 - Medical electrical equipment, Particular requirements for the basic safety and essential performance of pulse oximeter equipment for medical use*. (Outubro de

- 2020). Obtido de ISO - International Organization for Standardization: <https://www.iso.org/standard/33780.html>
- ISQ.* (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.isq.pt/servicos/metrologia/>
- ISQ.* (Abril de 2020). Obtido de [isq.pt](https://www.isq.pt)
- Medical Shop.* (Junho de 2020). Obtido de <https://www.medicalshop.pt/aspirador-de-secrecoes-portatil-15-litros-minuto-mm0302005/p>
- MedWrench.* (Agosto de 2020). Obtido de <https://www.medwrench.com/documents/view/5132/baxter-fibrinotherm-service-manual>
- Mettler Toledo.* (Outubro de 2020). Obtido de [https://www.mt.com/br/pt/home/library/FAQ/laboratory-weighing/Balance-Scale-Service-Calibration.html#question\\_benefits\\_1](https://www.mt.com/br/pt/home/library/FAQ/laboratory-weighing/Balance-Scale-Service-Calibration.html#question_benefits_1)
- Microscópio Ótico. (2013). *Revista de Ciência Elementar*, 22, 23.
- Miele.* (Agosto de 2020). Obtido de <https://www.miele.pt/professional/maquina-de-lavar-e-desinfetar-arrastadeiras-1189.htm#item-2-2>
- Milestone - Helping Patients.* (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.milestonemedsrc.com/product/sealsafe/>
- Mitchell, L. B. (Julho de 2019). *Manual MSD - Versão Saúde para a Família - Fibrilação Ventricular.* Obtido de <https://www.msmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BArbios-do-cora%C3%A7%C3%A3o-e-dos-vasos-sangu%C3%ADneos/arritmias-card%C3%ADacas/fibrila%C3%A7%C3%A3o-ventricular>
- Natus Otometrics.* (Julho de 2020). Obtido de [https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2018-07/7-26-7290-ES\\_01\\_STD.pdf](https://partners.natus.com/asset/resource/file/otometrics/asset/2018-07/7-26-7290-ES_01_STD.pdf)
- Negrão, A. S., Maria, A. S., Castro, M., & Freitas, T. (2015). *Holtermim - Mestrado Informática Médica.* Universidade do Porto.
- NP EN 13306:2017.* (Novembro de 2020). Obtido de IPQ - Instituto Português da Qualidade: <https://lojanormas.ipq.pt/product/np-en-13306-2017/>
- NP EN 15341:2009.* (Novembro de 2020). Obtido de IPQ - Instituto Português da Qualidade: <https://lojanormas.ipq.pt/product/np-en-15341-2009/>
- NSF - National Sanitation Foundation.* (Março de 2020). Obtido de NSF - National Sanitation Foundation: <https://www.nsf.org/about-nsf/>

- Peeters, J., Basten, R., & Tinga, T. (2017). Improving failure analysis efficiency by combining FTA and FMEA in. *Reliability Engineering and System Safety*.
- PME Blog*. (Maio de 2020). Obtido de <https://pme.pt/indicadores-de-desempenho/>
- Prova Ímpar*. (Setembro de 2020). Obtido de <http://provaimpar.pt/novo/service-item/calibracao-de-equipamentos/>
- Rocha, A. P. (Maio de 2020). *Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*. Obtido de <https://web.fe.up.pt/~arocha/MIA/0506/redesRn.pdf>
- Rosmaninho, A. M. (2010). *Manutenção de eletrobisturis com análise do efeitos das correntes de fuga sobre os utentes - Tese de Mestrado*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Santos, V. (2018). Texto de Apoio: Desfibrilhadores, Cardioversores e Pacemakers. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Santos, V. (2018). Texto de Apoio: Monitores de Sinais Vitais. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Saúde e Bem Estar*. (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/urologia/estudo-urodinamico/>
- Saúde, C. –G. (2016). Instrumentos de Medição da Pressão Arterial. *Metrologia na Saúde – Guia de Boas Práticas*.
- Saúde, C. –G. (2016). Instrumentos de Medição da Pressão Arterial. Em *Metrologia na Saúde – Guia de Boas Práticas*. Instituto Português da Qualidade.
- Schutz, S. L. (2001). Oxygen Saturation Monitoring by Pulse Oximetry. Em *AACN Procedure manual for Critical Care*.
- Science Direct*. (Agosto de 2020). Obtido de <https://www.sciencedirect.com/topics/nursing-and-health-professions/laryngoscope>
- Silva, C. G. (2013). *Análise da Árvore de falhas do processo de cozedura da Cerâmica F. Santiago, S.A.*
- Silva, C. M. (2012). *Normalização de equipamento médico, requisitos técnicos e metrológicos - Tese de Mestrado*. Instituto Superior de Engenharia do Porto.
- SNS24 - Suporte básico de vida com desfibrilhador automático externo*. (Setembro de 2020). Obtido de SNS24: <https://www.sns24.gov.pt/guia/suporte-basico-de-vida/suporte-basico-de-vida-com-desfibrilhador-automatico-externo/>

- Soares, F. d. (2015). *Introdução da Manutenção Preventiva Sistemática nos SASUC - Tese de Mestrado*. Universidade de Coimbra.
- Steris. (Setembro de 2020). Obtido de <https://shop.steris.com/en/ca/manual-washing-dosing-systems/acu-sinq-complete-endoscope-cleaning-aid-system--1?fetchFacets=true#facet:&productBeginIndex:0&facetLimit:&orderBy:&pageView:EP&minPrice:&maxPrice:&pageSize:&>
- Tanita. (Setembro de 2020). Obtido de <https://tanita.eu/dc-430-p-ma/>
- Teprel. (Setembro de 2020). Obtido de <https://teprel.pt/produto/mms-solar-blue/>
- Umbelino, V. C. (2017). *Manutenção de equipamentos de eletromedicina e hospitalares – Estágio no CHUC - Relatório de Estágio*. Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- Vigie Solutions. (Setembro de 2020). Obtido de <https://www.vigiesolutions.com/wp-content/uploads/2018/05/MonitorizacaodaTemperatura.pdf>