

## **Manutenção de Sistemas de Monitorização e Apoio à Vida**

Relatório de Estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em  
Automação e Comunicações para Sistemas de Energia

**Autor**

**Pedro José Mata Bispo**

**Orientadores**

**Doutor Victor Daniel Neto dos Santos**

Professor Adjunto ISEC

**Engenheiro João Manuel Martins**

STB – Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda.



## AGRADECIMENTOS

Após a realização deste estágio, ao qual dediquei vários meses do meu tempo, deparo-me agora com a possibilidade (e dever) de efetuar os agradecimentos aos demais que sempre estiveram do meu lado nesta caminhada e que me apoiaram incondicionalmente, quer a nível pessoal, profissional e académico, na realização do estágio e deste relatório.

Começo por endereçar os meus primeiros agradecimentos ao Doutor Victor Daniel Neto dos Santos, meu orientador de estágio do ISEC, pelo excelente acompanhamento e empenho demonstrados nas várias horas de trabalho dedicado ao presente relatório de estágio.

Também ao Doutor Fernando Lopes, professor do ISEC pela organização inicial do estágio e elaboração dos respetivos protocolos e processos burocráticos.

Ao Eng. João Manuel Martins, que como meu orientador dentro da STB fez tudo a seu alcance para que o estágio me proporcionasse uma evolução bastante positiva a nível profissional.

A todos os colaboradores da STB com quem tive contacto, que sempre me apoiaram no sentido de obter sucesso neste estágio. Uma referência especial ao Sr. Sérgio Rodrigues, técnico da STB, que me acompanhou durante todo o estágio e que com a boa vontade e simpatia, sempre fez tudo para me transmitir todos os seus conhecimentos acerca desta área.

Ao meu colega David Silva, aluno do Mestrado em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia (MACSE) do ISEC, que efetuou o seu estágio no mesmo local em período coincidente com o meu, e com quem sempre tive oportunidade de debater os assuntos do estágio, trocar novas ideias e novos conhecimentos.

Às equipas de enfermagem dos serviços por onde passei no Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC) que sempre viram de bom grado a minha presença, facilitando bastante a aprendizagem no terreno. A todo o grupo de trabalho dos Serviços de Instalações e Equipamentos (SIE) do Hospital Geral (HG) que, com a sua boa disposição, foram uma preciosa ajuda em tudo que precisei deste serviço no decorrer do estágio.

Imprescindível será o agradecimento que tenho a obrigação e o prazer de referir aos meus pais, duas pessoas fantásticas que fazem tudo por mim e para que tenha um futuro melhor, sem eles de certeza que nada disto seria possível.

À minha namorada pelo apoio e ajuda que prestou em tudo o que estava ao seu alcance para que eu pudesse terminar com sucesso esta etapa.

Por último, mas não menos importante, o meu enorme Obrigado à minha restante família e amigos que me forneceram um apoio incondicional, e em especial à minha sobrinha Marta Bispo Pimenta, aluna de medicina na Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, que, empenhadamente, fez o possível por me transmitir os esclarecimentos necessários da área médica com a qual eu nunca tinha tido contacto a nível profissional.



## RESUMO

Na atual conjuntura económica, os cortes orçamentais aplicados à área da saúde conduziram a mudanças significativas no funcionamento dos serviços, com o objetivo de se racionalizar a utilização dos recursos materiais e humanos. No entanto, nesta área em particular, é essencial que a falta de meios não condicione a fiabilidade e disponibilidade dos equipamentos utilizados nas diferentes práticas médicas, pois deles dependem vidas humanas. Como tal, estes equipamentos devem estar sujeitos a um cuidado processo de manutenção devidamente preparado e executado.

É no enquadramento dos processos desenvolvidos em torno dos dispositivos médicos que surge a oportunidade do presente estágio, sendo este realizado com o intuito de aumentar as competências na área da manutenção dos equipamentos médicos tendo em conta a extrema importância da sua fiabilidade na morbilidade e mortalidade dos pacientes. No entanto, a enorme diversidade de equipamentos com os quais contactei durante o estágio tornou imperioso centrar-me unicamente em alguns deles, de forma a aprofundar os conhecimentos e as tecnologias que lhes estão subjacentes. Assim sendo, no presente relatório apenas abordo os aspetos relativos à manutenção de sistemas de monitorização e apoio à vida, nomeadamente monitores de sinais vitais e ventiladores de anestesia e médicos.

No decurso do estágio foram realizadas diversas atividades de manutenção preventiva, corretiva e preditiva dos equipamentos médicos atrás referidos, bem como o planeamento das mesmas. Além desta tarefa principal foram executadas outras, nomeadamente a gestão de *stock* de componentes e orçamentação de reparações.

Palavras-chave: Manutenção, preventiva, corretiva, preditiva, Hospitais, equipamentos médicos.



**ABSTRACT**

In the current economic environment, budget cuts implemented to healthcare led to significant changes on the functioning of services in order to rationalize the use of materials and human resources. However, in this specific area, it is crucial that the lack of resources does not affect the reliability and availability of equipment used in various medical practices because human lives depend on it. Therefore, these devices should be subject to a careful maintenance process properly prepared and performed.

It is within the environment of processes developed around medical devices that arises the opportunity for this training. The latter is carried out in order to increase skills in the area of medical equipment maintenance considering the extreme importance of reliability in the morbidity and mortality of patients. However, the huge variety of equipment with which I dealt with during the training made it imperative to focus on only some of them, in order to deepen the knowledge and the technologies that underlie them. Thus, in this report I will merely discuss matters referring to the maintenance of monitoring and life support systems, namely vital signs monitors and anesthesia medical ventilators.

During the training, several preventive, corrective and predictive maintenance activities of the medical equipment aforementioned were held, as well as the planning itself. In addition to this main task, others were performed, such as component stock management and budgeting repairs.

Keywords: Maintenance, preventive, corrective, predictive, hospitals, medical equipment



# ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO .....	iii
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE QUADROS.....	xi
ABREVIATURAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Enquadramento .....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Empresa de Acolhimento.....	2
1.3.1 Caracterização .....	2
1.3.2 Localização do Estágio .....	4
1.3.3 Metodologia Adotada pela Empresa.....	7
1.4 Plano de Trabalho .....	10
1.4.1 Cronograma do Projeto.....	11
1.5 Estrutura da Dissertação .....	12
2 SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO E APOIO À VIDA .....	13
2.1 Dispositivos Médicos.....	13
2.2 Monitores de Sinais Vitais.....	14
2.2.1 ECG .....	15
2.2.1.1 Princípios Subjacentes ao ECG .....	15
2.2.2 Oximetria.....	19
2.2.2.1 Curva de dissociação da oxi-hemoglobina .....	20
2.2.2.2 Tecnologias e sensores de SPO2 .....	21
2.2.3 Pressão Arterial .....	23
2.2.3.1 Detecção da pressão arterial .....	24
2.2.4 Capnografia .....	24
2.2.4.1 Detetor de gases expirados do capnógrafo .....	25
2.2.5 Temperatura corporal .....	25
2.2.5.1 Detetor de temperatura corporal .....	26
2.3 Cardiotocógrafos – CTG.....	26
2.4 Ventiladores de Anestesia e Médicos .....	26
2.4.1 Princípios de Ventilação Humana .....	26
2.4.2 Controlo por volume/pressão.....	28
2.4.3 Anestésicos Voláteis.....	28
2.4.1 Ventilação não Invasiva.....	29
2.5 Sumários e Conclusões do Capítulo .....	30
3 MANUTENÇÃO.....	31
3.1 Manutenção de Equipamento Hospitalar .....	32
3.2 Formas de Manutenção .....	33
3.2.1 Manutenção Preditiva .....	34
3.2.2 Manutenção Preventiva .....	34
3.2.2.1 Manutenção Sistemática.....	35
3.2.2.2 Manutenção Condicionada .....	35
3.2.3 Manutenção Corretiva .....	35
3.3 Gestão da Manutenção.....	36
3.3.1 Conceito estratégico <i>Lean</i> aplicado à manutenção .....	36
3.4 Avarias .....	37
3.5 Equipamentos Analisados no Decorrer do Estágio.....	37
3.6 Equipamento de Apoio .....	38
3.6.1 Equipamento de teste de Segurança Elétrica .....	39
3.6.2 Equipamento de teste de desfibrilhadores .....	40
3.6.3 Equipamento de teste de electrobisturis.....	41
3.6.4 Simulador de ECG.....	42
3.6.5 Simulador de SPO2 .....	42
3.6.6 Analisador de ventiladores .....	43

---

3.6.7	Multímetro .....	44
3.7	Sumários e Conclusões do Capítulo.....	44
4	PROCEDIMENTOS DESENVOLVIDOS.....	45
4.1	Manutenção de Monitores de Sinais Vitais (MSV) .....	45
4.1.1	Monitor de Sinais Vitais – Philips MP20.....	45
4.1.1.1	Processo de Manutenção Preventiva .....	46
4.1.1.2	Processos de Manutenção Corretiva.....	48
4.2	Manutenção de Ventiladores.....	49
4.2.1	Ventiladores de Anestesia Datex – ADU.....	49
4.2.1.1	Manutenção Preventiva dos Ventiladores de Anestesia.....	51
4.2.1.2	Processos de Manutenção Corretiva.....	54
4.2.2	Ventilador de Cuidados Intensivos Maquet - Servo 300/300A.....	59
4.2.2.1	Processo de Manutenção Preventiva.....	60
4.2.2.2	Processos de Manutenção Corretiva.....	62
4.3	Manutenção de Mesas Operatórias .....	65
4.3.1	Mesa Operatória Blancomed Júpiter.....	65
4.3.1.1	Processo de Manutenção Preventiva.....	69
4.3.1.2	Processos de Manutenção Corretiva.....	70
4.4	Manutenção de Ecógrafos .....	73
4.4.1	Ecógrafo Aloka SSD-1000 .....	73
4.4.1.1	Processo de Manutenção Preventiva.....	73
4.4.1.2	Processos de Manutenção Corretiva.....	74
4.5	Manutenção de Equipamentos de Esterilização .....	75
4.5.1	Autoclave Matachana Serie 1000 .....	76
4.6	Sumários e Conclusões do Capítulo.....	79
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
5.1	Propostas de Melhoria e Trabalho Futuro .....	82
6	REFERÊNCIAS .....	85
	ANEXO .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Visão área do Hospital Geral (Hospital dos Covões).	5
Figura 1.2 – Vista área da cidade de Coimbra com a localização dos hospitais.	5
Figura 1.3 – Principais hospitais que constituem o CHUC.	6
Figura 1.4 – Fluxograma de funcionamento do processo de resolução de anomalia do CHC.	8
Figura 1.5 – Fluxograma de funcionamento de resolução de anomalia da STB no CHUC.	9
Figura 1.6 – Fluxogramas de funcionamento de subprocessos da STB.	10
Figura 2.1 – Esquemas explicativos do cálculo de diferença de potencial no ECG.	16
Figura 2.2 – Triângulo de Einthoven e características das ondas obtidas.	16
Figura 2.3 – Ondas características obtidas de um ECG de 12 derivações.	17
Figura 2.4 – Imagem ilustrativa dos vários ângulos em que os sinais ECG são captados.	18
Figura 2.5 – Localização das 4 derivações no corpo humano (Norma IEC).	18
Figura 2.6 – Localização das 4 derivações no corpo humano (Norma AHA).	19
Figura 2.7 – Curva de dissociação Oxiemoglobina.	21
Figura 2.8 – Exemplo de diferença de tecnologia e sensores SPO2.	21
Figura 2.9 – Exemplos de sensores de SPO2.	22
Figura 2.10 – Sensor de SPO2.	22
Figura 2.11 – Componentes responsáveis pela absorção da luz nos tecidos.	23
Figura 2.12 – Monior PNI usualmente utilizado nas enfermarias do CHUC.	24
Figura 2.13 – Diferentes tecnologias de capnografia.	25
Figura 2.14 – Cardiotocógrafo da maternidade Bissaya Barreto.	26
Figura 3.1 – Fluxograma explicativo das derivações de formas de manutenção.	33
Figura 3.2 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada medTester 6000.	40
Figura 3.3 – Equipamento de teste da STB - Metron QA-45.	41
Figura 3.4 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada 402A.	41
Figura 3.5 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada CardioSat 100.	42
Figura 3.6 – Equipamentos de teste da STB - Fluke VT MOBILE e Soderel Medical Mobi+.	43
Figura 3.7 – Multímetro Fluke 17B - Equipamento de teste e medição da STB.	44
Figura 4.1 – Monitor MSV Philips MP20 da UG do HG.	45
Figura 4.2 – Módulo de paciente do MSV Philips MP20.	46
Figura 4.3 – Módulo de paciente do MSV Philips MP20 em reparação.	48
Figura 4.4 – Pontos de apoio e encaixe do módulo de paciente do MSV Philips MP20.	49
Figura 4.5 – Ventilador Datex ADU do BO do HG.	50
Figura 4.6 – Capnógrafos G-AIOV e G-AO.	51
Figura 4.7 – Kits de manutenção do Datex ADU substituídos.	51
Figura 4.8 – Módulo de paciente Datex ADU e respetivos kit de manutenção e invólucro de cal sodada.	53
Figura 4.9 – Várias Placas de Circuito Impresso (PCI) do MSV do Datex ADU retiradas para limpeza e verificação.	53
Figura 4.10 – Bloco de Fole do ventilador Datex ADU.	54
Figura 4.11 – Módulo do bloco do fole do Datex ADU desmontado.	55
Figura 4.12 – Montagem do módulo de paciente do Datex ADU.	55
Figura 4.13 – Garrafa de calibração dos capnógrafos Datex.	56
Figura 4.14 – Conexões traseiras entre MSV e ventilador de anestesia do Datex ADU.	57
Figura 4.15 – Módulos M-NIBP, M-ESTPR e M-NESTR dos MSV Datex S5.	57
Figura 4.16 – Box e respetivos módulos do MSV do Datex ADU.	58
Figura 4.17 – Teclado de controlo e comando do MSV do Datex ADU.	58
Figura 4.18 – Bloco de fonte de alimentação do MSV do Datex ADU.	59
Figura 4.19 – Maquet Servo 300A da UCIP do HG.	59
Figura 4.20 – Kits de manutenção substituídos no Maquet Servo 300.	60
Figura 4.21 – Maquet Servo 300 durante uma manutenção preventiva.	62
Figura 4.22 – Conexões internas e do sensor de fluxo do Maquet Servo 300.	63
Figura 4.23 – Conexões das traqueias de paciente no ventilador e no suporte do copo de condensados e balão de testes de ventiladores.	63
Figura 4.24 – Sensor de O2 do Maquet Servo 300.	64
Figura 4.25 – Conexões e ficha de ligação do sensor de O2 do Maquet Servo 300.	64

---

Figura 4.26 – Mesa operatória Blancomed Júpiter do BO do HG.....	65
Figura 4.27 – Comando de IR da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	65
Figura 4.28 – Painel de comando da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	66
Figura 4.29 – Caixa de motores e mecanismos do tampo da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	66
Figura 4.30 – Motor elétrico e mecanismo de elevação da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	67
Figura 4.31 – Sensores da coluna central da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	67
Figura 4.32 – Baterias da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	68
Figura 4.33 – Coluna central da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	68
Figura 4.34 – Carregador de baterias da mesa operatória Blancomed Júpiter.....	70
Figura 4.35 – Ficha de conexão do carregador da mesa operatória Blancomed Júpiter.....	71
Figura 4.36 – PCI de comando do tampo da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	71
Figura 4.37 – Carregador do comando da mesa operatória Blancomed Júpiter. ....	72
Figura 4.38 – Ecógrafo Aloka SSD-1000 do BO do HG. ....	73
Figura 4.39 – Teste Bowie-dick .....	75
Figura 4.40 – Autoclave Matachana Serie 1000.....	76
Figura 4.41 – Gerador de Vapor.....	77
Figura 4.42 – Sistema de Vácuo.....	77

---

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1.1 – Planeamento do Projeto.....	11
Quadro 2.1 – Equivalência de cores entre as normas AHA e IEC.....	19
Quadro 2.2 – Propriedades físicas dos gases usados durante a anestesia.....	29
Quadro 2.3 – Propriedades físicas dos agentes anestésicos voláteis disponíveis.....	29
Quadro 3.1 – Exposição do conceito dos "5 S".....	32
Quadro 3.2 – Descrição quantitativa de equipamentos médicos analisados. ....	37



---

## ABREVIATURAS

AHA – Quality Certification Services

BiPAP – Bilevel Positive Airway Pressure

BO – Bloco Operatório

CHC – Centro Hospitalar de Coimbra

CHMT – Centro Hospitalar do Médio Tejo

CHUC – Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra

CPAP – Continuous Positive Airway Pressure

CTG – Cardiotocógrafo

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

ECG – Eletrocardiograma

ECRI – Emergency Care Research Institute

EPAP – Expiratory Positive Airway Pressure

FCF – Frequência Cardíaca Fetal

Ghaf – Gestão Hospitalar de Armazém e Farmácia

Hb – Hemoglobina Desoxigenada

HbO<sub>2</sub> – Oxi-hemoglobina ou Hemoglobina Oxigenada

HG – Hospital Geral (Covões)

HP – Hospital Pediátrico de Coimbra

HUC – Hospitais da Universidade de Coimbra

IEC – International Electrotechnical Commission

ISEC – Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

IPAP – Inspiratory Positive Airway Pressure

JIT – Manutenção "Just-in-Time"

MACSE – Mestrado em Automação e Comunicações em Sistemas de Energia

MAF – Movimentos Ativos Fetais

MBB – Maternidade Bissaya Barreto

MPT – Manutenção Produtiva Total

MSV – Monitor de Sinais Vitais

O2 – Oxigénio

PaO2 – Pressão Parcial de Oxigénio

PCI – Placa de Circuito Impresso

PI – Pedido de Intervenção

PNI – Pressões Não Invasivas

RCM – Manutenção Centrada na Confiabilidade

RS232 – Recommended Standard 232

SI3C – Sistema Informativo Integrado para a Engenharia Clínica

SIE – Serviços de Instalações e Equipamentos

SPO2 – Saturação Periférica de Oxigénio

STB – Serviços Telemáticos e Biomédicos

TBS – Telematic and Biomedical Services

UCIP – Unidade Cuidados Intensivos Polivalente

UG – Urgência Geral

---

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

Nas sociedades dos países desenvolvidos, uma das principais preocupações centra-se na saúde e no bem-estar das suas populações; trata-se portanto de um ramo de trabalho em grande desenvolvimento no campo da tecnologia. Assim, os progressos feitos nesta área têm proporcionado uma evolução bastante positiva nos métodos de trabalho dos profissionais da saúde, tal como um acréscimo da qualidade de vida dos utentes tratados com estes métodos, sendo estes progressos aqui apresentados maioritariamente resultado de um estudo bastante aprofundado da engenharia neste campo.

A especialização da eletrotécnia nesta vertente tem gerado diversas áreas, pontos de estudo e trabalho neste ramo, pois a base e a lógica do funcionamento de todos estes equipamentos que se abordam provêm dos meios eletrotécnicos desenvolvidos até então.

A importância que este sector tem para salvar uma vida leva a que todo o seu meio envolvente tenha que ser tratado com especial cuidado e rigor.

Na generalidade dos casos, qualquer aparelho, máquina ou equipamento de trabalho deve estar sujeito a algum tipo de manutenção, de forma a garantir a continuidade do seu funcionamento e prolongar o seu período de vida útil. Se em qualquer ramo de trabalho esta regra é facilmente identificada, na área da saúde é absolutamente essencial. Seria desastroso que equipamentos dos quais as vidas dos utentes estão completamente dependentes tivessem uma falha causada por falta de manutenção que provocasse o seu falecimento.

Os equipamentos de electromedicina têm, por isso, que ser periodicamente testados para que se possa acreditar na sua fiabilidade. Esse é um ponto bastante relevante da sua manutenção.

Qualquer responsável por garantir a manutenção de equipamentos de electromedicina tem que estar consciente de todos os fatores aqui enumerados, assim como das normas que regem o bom funcionamento deste tipo de serviço.

## 1.2 Objetivos

Este estágio teve como objetivo genérico a consolidação da formação do aluno em contexto de trabalho no âmbito do Mestrado em Automação e Comunicação em Sistemas de Energia e o aprofundamento de conceitos técnicos na área de electromedicina, os quais são incipientes a nível curricular. Para o efeito o aluno teve que documentar as ações executadas, nomeadamente as intervenções preventivas e corretivas efetuadas nos equipamentos hospitalares cuja manutenção está contratualizada com o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC).

O departamento de manutenção dos serviços de electromedicina do CHUC onde o aluno estagiou, é responsável pela manutenção preventiva e corretiva de equipamentos hospitalares de que são exemplo os ventiladores de anestesia, ventiladores médicos, aparelhos de monitorização, desfibrilhadores, electrobisturís, mesas operatórias, entre outros.

## 1.3 Empresa de Acolhimento

### 1.3.1 Caracterização

A empresa designa-se por STB – Serviços Telemáticos e Biomédicos, Lda., tem sede na Rua dos Bombeiros Voluntários do Dafundo, nº1 1495-714 Dafundo, Portugal.

A STB está interligada com a multinacional TBS Group – Telematic and Biomedical Services que, com sede em Itália, está atualmente presente em 16 países: Áustria, Bélgica, Chile, China, França, Gabão, Alemanha, Reino Unido, Índia, Itália, Países Baixos, Peru, Portugal, Emirados Árabes Unidos, Sérvia e Espanha. Esta empresa está certificada de acordo com as normas NP EN ISO 13485:2004, NP EN ISO 9001:2008 e NP EN ISO 14001:2004 para manutenção de equipamentos médicos.

Em Portugal a empresa existe desde 1999, mas em Junho de 2004 a STB toma a sua atual forma após a aquisição por parte de ITAL TBS à GE Clinical Services, estando a sua área de atuação ligada à gestão dos equipamentos da forma eficaz, tendo como princípio a minimização dos custos inerentes aos mesmos (quer de utilização, quer de manutenção), como promover o seu uso de uma forma segura.

Para desempenhar as funções anunciadas recorre aos seguintes métodos de intervenção:

#### Manutenção

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

---

### *Verificações de segurança*

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

### *Controlo de qualidade*

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

### *Gestão informatizada*

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

### *Consultoria*

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

### *Aceitação e ensaio dos equipamentos*

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

### *Gestão dos inventários*

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

### *Cursos de formação*

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

A STB tem como principal missão a prestação de serviços técnicos de manutenção a equipamentos em unidades hospitalares públicas ou privadas. Desta forma pretende consolidar a sua presença no mercado nacional. Na atual conjuntura económico-financeira que o país atravessa é natural o aumento da procura por parte dos hospitais na subcontratação de empresas que disponham de uma oferta de contratos de manutenção a preços competitivos, e ao mesmo tempo, que sejam capazes de prestar serviços de manutenção e assistência aos seus equipamentos, nomeadamente equipamentos de electromedicina.

Em Portugal, o trabalho administrativo e comercial é realizado na sede. O trabalho de ordem técnica é desempenhado por técnicos qualificados que estão residentes em unidades hospitalares onde desempenham a sua atividade normal e diária.

A STB está atualmente em 20 hospitais, prestando manutenção a cerca de 7000 equipamentos. Contudo, Portugal não tem volume de negócio suficiente para sustentar toda uma organização empresarial. Assim, encontra-se dependente da organização espanhola (para efeitos de qualidade, formação, etc.). Além disto, a organização em Portugal e Espanha depende do mesmo Diretor Operativo.

#### **1.3.2 Localização do Estágio**

Este estágio foi efetuado nas unidades hospitalares do Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra (CHUC) por questões de conveniência geográfica. De forma a complementar o conhecimento de alguns equipamentos que não estão englobados no contrato do CHUC com a STB, no decurso do estágio foi realizada uma visita ao Centro Hospitalar do Médio Tejo (CHMT).

A STB deu início à sua representação em Coimbra no ano de 2011, quando o contrato de manutenção com o antigo Centro Hospitalar de Coimbra (CHC) assim o justificou e, portanto, foi cedido um espaço para gabinete técnico da STB no Hospital Geral (HG) do CHC com a sua localização representada na Figura 1.1 e estrategicamente colocada junto dos Serviços de Instalações e Equipamentos (SIE), para facilitar a logística de troca de documentos e equipamentos médicos com este serviço.



Figura 1.1 – Visão área do Hospital Geral (Hospital dos Covões).

Importa referir que o Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra, EPE. (CHUC, EPE), foi criado pelo Decreto-Lei n.º 30/2011, de 2 Março, por fusão dos Hospitais da Universidade de Coimbra, EPE., do Centro Hospitalar de Coimbra, EPE., e do Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra.

Por seu lado o antigo Centro Hospitalar de Coimbra, EPE, integrava três estabelecimentos hospitalares: o Hospital Geral (também conhecido por Hospital dos Covões), o Hospital Pediátrico e a Maternidade Bissaya Barreto, e tinha sido criado pelo Decreto-Lei n.º 50-A/2007, de 28 de Fevereiro.

Assim os espaço os físicos deste estágio dividiram-se pelos locais pertencentes ao CHC que se encontram assinalados no mapa da Figura 1.2. A maioria dos processos desenvolvidos no decorrer do estágio foram desempenhados no HG, quer por ser lá que está localizado o gabinete técnico da STB, quer por este hospital também ser o que dos três continha um maior número de equipamentos em contrato e conseqüentemente um maior volume de trabalho.

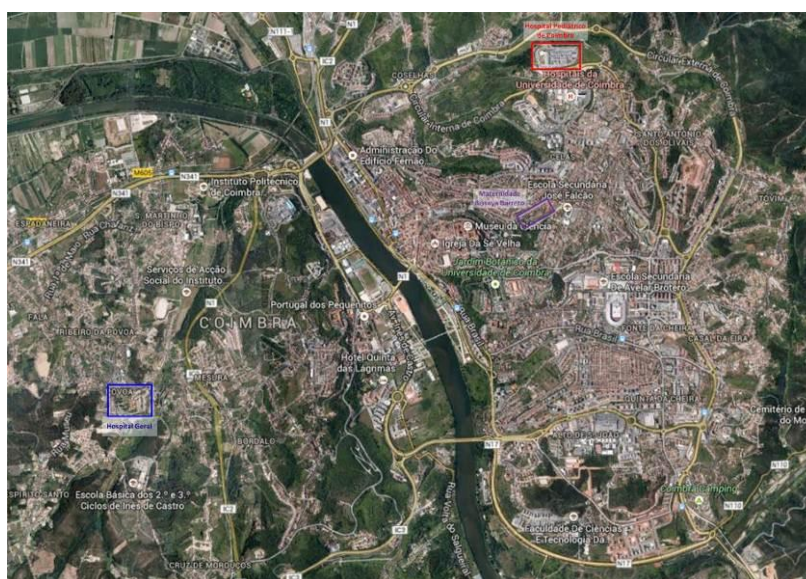


Figura 1.2 – Vista área da cidade de Coimbra com a localização dos hospitais.

Assim sendo, o CHUC no seu todo é constituído pelos seguintes hospitais:

- Hospital Geral (HG – Covões);
- Hospital Pediátrico de Coimbra (HP);
- Maternidade Bissaya Barreto (MBB);
- Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC);
- Maternidade Dr. Daniel de Matos;
- Centro Hospitalar Psiquiátrico de Coimbra (Unidades de Arnês; Lorvão e Sobral Cid).



Figura 1.3 – Principais hospitais que constituem o CHUC.

a) Hospital Pediátrico de Coimbra; b) Maternidade Bissaya Barreto;  
c) Hospital Geral Covões; d) Hospitais da Universidade de Coimbra;

No entanto, durante o estágio, o trabalho foi desenvolvido essencialmente em três hospitais: o Hospital Geral (Covões), Hospital Pediátrico e Maternidade Bissaya Barreto, hospitais estes representados na Figura 1.3 e, portanto, eram estes os locais onde existe um contrato de manutenção, o qual foi ainda estabelecido com a administração do antigo CHC.

### 1.3.3 Metodologia Adotada pela Empresa

O método de funcionamento preferencialmente utilizado pela STB passa por contratos de manutenção com os diversos centros hospitalares onde está presente. Assim, dependendo dos termos destes contratos, a empresa passa a estar responsável pela realização das manutenções necessárias aos equipamentos incluídos no contrato.

No caso particular do CHUC estes contratos, para além de todas as manutenções preventivas que são inteiramente da responsabilidade da STB, incluem os componentes e *kits* necessários para desempenhar essas manutenções. A STB tem ainda que solucionar todas as anomalias que possam surgir, desde que existam componentes no mercado que permitam resolver a anomalia e que essas não sejam causadas por má utilização ou qualquer acidente externo ao seu normal funcionamento.

Neste último caso é usualmente elaborado um orçamento de reparação para apresentar ao centro hospitalar, orçamento este que fica sujeito a uma aprovação por parte da administração. Ultimamente a administração do hospital realiza um concurso público por cada uma destas situações.

Em relação à organização das manutenções em contrato, esta é feita com o auxílio de um *software* de base de dados da TBS-PT, que tem registos de todos os equipamentos e manutenções efetuadas. Desta forma basta gerir as manutenções preventivas de acordo com a sua periodicidade (semestral, anual ou definida por número de horas de funcionamento) tendo em conta a última manutenção efetuada num determinado equipamento.

No que se refere aos pedidos de intervenção para manutenções corretivas e preventivas que dependem do número de horas de funcionamento dos equipamentos, o procedimento compreende a utilização de um *software* de pedidos internos do CHUC. O *software* designa-se por Gestão Hospitalar de Armazém e Farmácia (GHAF) e compreende um programa de base de dados da “Oracle Corporation”. Estes pedidos são feitos pelo enfermeiro responsável do serviço e enviados pelo engenheiro dos SIE responsável da manutenção para a pasta da empresa responsável pela manutenção desse equipamento. Deste modo, quando o pedido chega a STB que é um dos utilizadores deste *software* é atendido com a brevidade possível.

Sendo todos estes processos algo complexos de explicar, julgou-se útil criar os fluxogramas presentes na Figura 1.4, Figura 1.5 e Figura 1.6 com o intuito de representar graficamente os processos desenvolvidos em cada pedido de intervenção (PI).

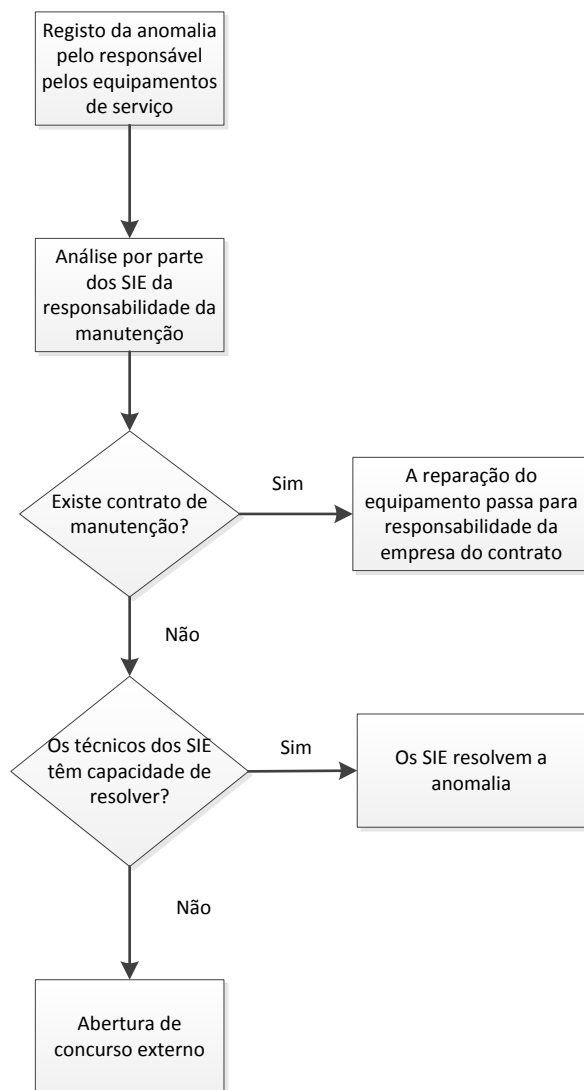


Figura 1.4 – Fluxograma de funcionamento do processo de resolução de anomalia do CHC.

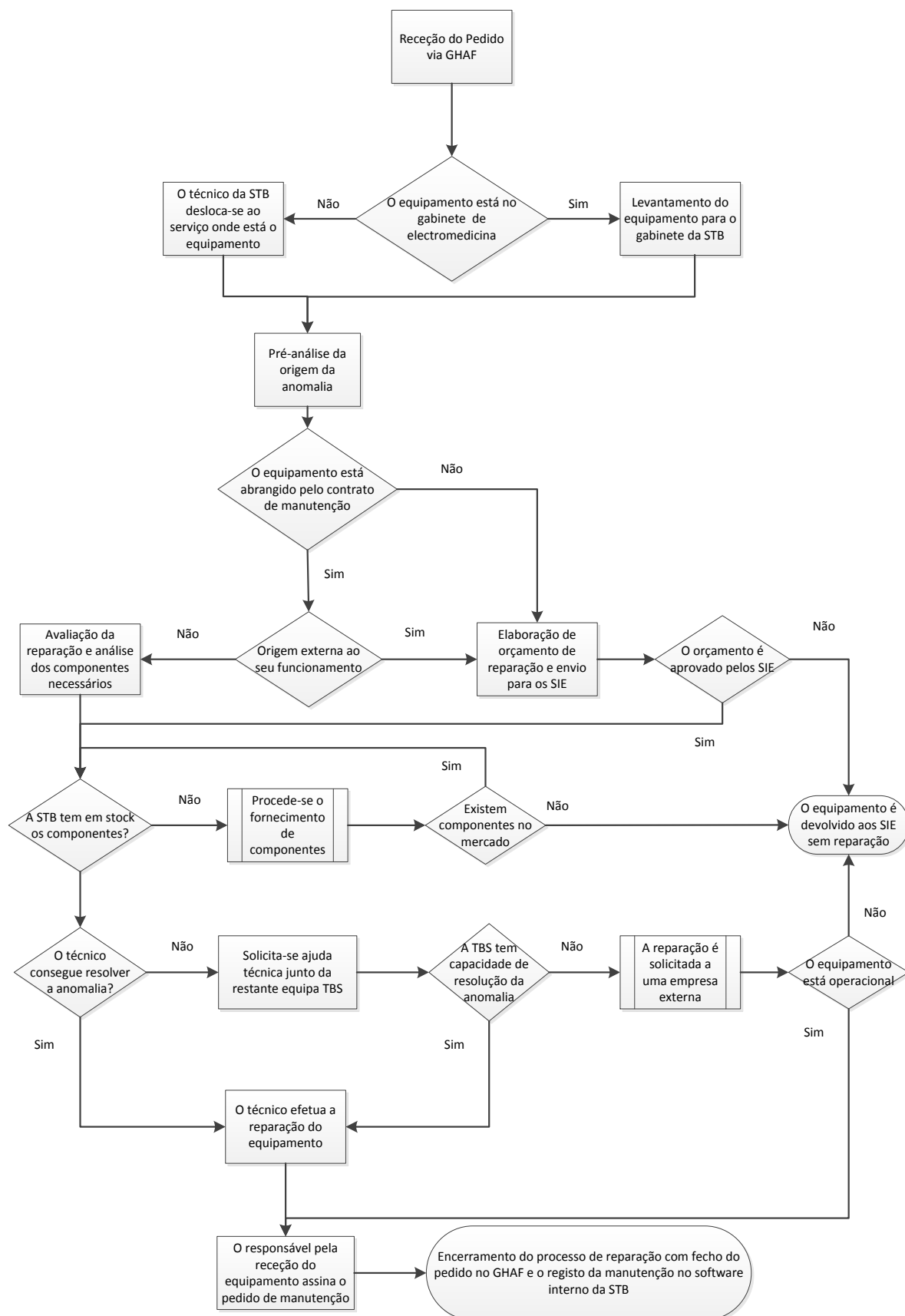


Figura 1.5 – Fluxograma de funcionamento de resolução de anomalia da STB no CHUC.

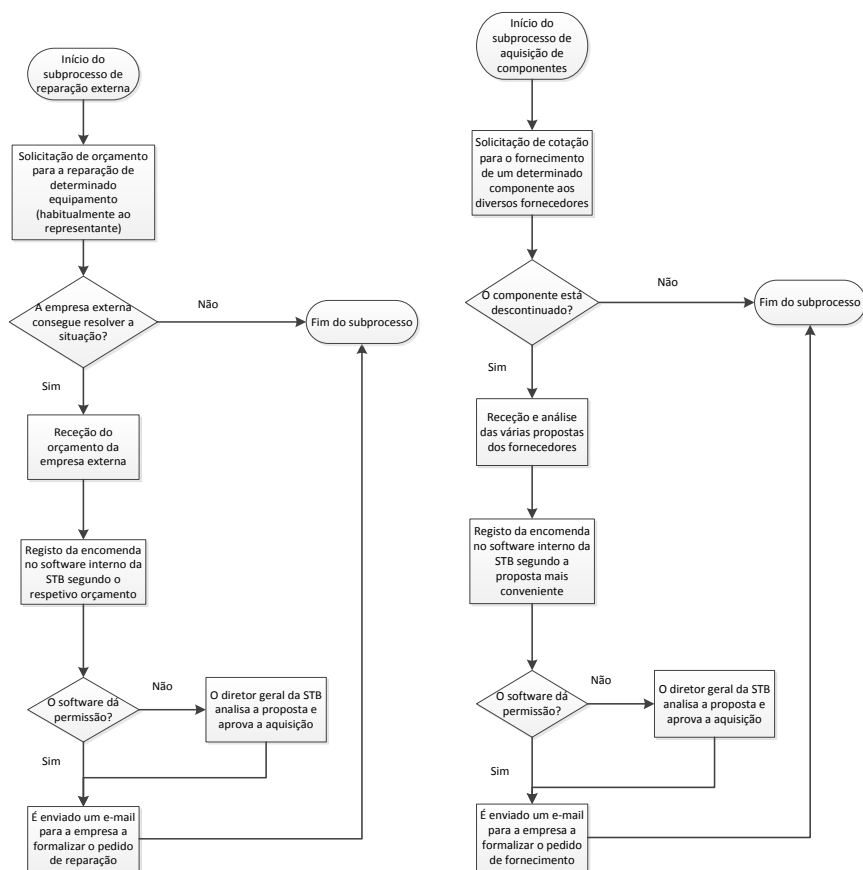


Figura 1.6 – Fluxogramas de funcionamento de subprocessos da STB.

## 1.4 Plano de Trabalho

- Pesquisa bibliográfica, preparação do projeto, relatórios intermédios (estado da arte e tecnologias relevantes);
- Tarefas no âmbito do estágio, que têm três pontos essenciais tendo em conta as normas de qualidade ISO 9001:2008;
- Princípios de funcionamento de equipamentos médicos;
- Manutenção preventiva de equipamentos médicos;
- Manutenção corretiva de equipamentos médicos;
- Levantamento dos equipamentos de electromedicina do CHUC nos quais a STB efetua manutenção, e sua compilação na forma de manuais de procedimento;
- Resultados experimentais relativos às soluções implementadas;
- Relatório final definitivo do projeto.

## 1.4.1 Cronograma do Projeto

Quadro 1.1 – Planeamento do Projeto.

Ano	2012			2013											
Mês	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abril	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Fase 1	X	X	X	X											
Fase 2		X	X	X	X										
Fase 3				X	X	X	X	X							
Fase 4						X	X	X	X						
Fase 5							X	X	X	X	X	X	X		
Fase 6													X	X	X

- Fase 1: Preparação do estágio, estudo do estado da arte e tecnologias relevantes.
- Fase 2: Adaptação às atividades da empresa, registo e organização de elementos.
- Fase 3: Elaboração de uma análise detalhada das manutenções mais frequentes.
- Fase 4: Escrita do relatório de progresso.
- Fase 5: Elaboração e entrega do relatório final provisório.
- Fase 6: Elaboração e entrega do relatório final definitivo de estágio.

## **1.5 Estrutura da Dissertação**

O presente relatório trata, ao longo de 5 capítulos, o estágio efetuado. Nestes capítulos estão expostos todos os pontos relevantes do trabalho desenvolvido.

Todo o enquadramento, assim como a caracterização das organizações envolvidas e as metodologias de funcionamento adotadas por estas, são temas apresentados no primeiro capítulo.

No segundo capítulo são expostos alguns dos sistemas de monitorização e apoio à vida, analisados neste relatório e explicadas as suas técnicas de funcionamento.

O terceiro capítulo trata o tema da manutenção, focando especialmente a manutenção de dispositivos médicos e tudo o que a envolve.

No quarto capítulo estão brevemente apresentados os procedimentos desenvolvidos nas principais intervenções efetuadas no decorrer do estágio.

As considerações finais, assim como as propostas de melhoria e trabalho futuro constituem o quinto capítulo.

## 2 SISTEMAS DE MONITORIZAÇÃO E APOIO À VIDA

A grande diminuição nas taxas de mortalidade e morbidade que se verificaram no século XX e XXI deveram-se a conquistas médicas, nomeadamente na inovação de novos fármacos e em procedimentos cirúrgicos cada vez mais eficazes e invasivos.

Assim sendo, no presente capítulo do relatório de estágio pretende-se apresentar o estado da arte dos sistemas de monitorização e apoio à vida, designadamente dos diferentes tipos de monitores de sinais vitais, ventiladores, e outros equipamentos de suporte à vida existentes nas diferentes unidades hospitalares que constituem o CHUC.

De forma a compreender o funcionamento dos equipamentos estudados e apresentados neste relatório é pertinente desenvolver no presente relatório de estágio o papel que podem desempenhar estes dispositivos no processo de tratamento de um paciente. É assim necessária uma descrição tanto dos benefícios destes equipamentos no trabalho médico como das tecnologias subjacentes dos seus princípios de funcionamento.

Na secção seguinte será apresentada uma definição relativa aos equipamentos médicos e à sua classificação de acordo com diferentes critérios.

### 2.1 Dispositivos Médicos

Neste campo entende-se a definição mais coerente a que se pode encontrar no artigo 3º, alínea t) do Decreto-Lei n.º 145/2009 de 17 de Junho que diz:

*“ «Dispositivo médico» qualquer instrumento, aparelho, equipamento, software, material ou artigo utilizado isoladamente ou em combinação, incluindo o software destinado pelo seu fabricante a ser utilizado especificamente para fins de diagnóstico ou terapêuticos e que seja necessário para o bom funcionamento do dispositivo médico, cujo principal efeito pretendido no corpo humano não seja alcançado por meios farmacológicos, imunológicos ou metabólicos, embora a sua função possa ser apoiada por esses meios, destinado pelo fabricante a ser utilizado em seres humanos para fins de:*

- i) Diagnóstico, prevenção, controlo, tratamento ou atenuação de uma doença;*
- ii) Diagnóstico, controlo, tratamento, atenuação ou compensação de uma lesão ou de uma deficiência;*
- iii) Estudo, substituição ou alteração da anatomia ou de um processo fisiológico;*
- iv) Controlo da concepção;” [15]*

Este tipo de equipamentos segue, de acordo com o Decreto-Lei em vigor, os seguintes critérios de classificação, de acordo com:

- A duração do contacto com o corpo humano (temporário, curto prazo e longo prazo);
- A invasibilidade do corpo humano (invasivo, não invasivo);
- A anatomia afetada pela utilização (cérebro, coração, membros inferiores, etc.);
- Os riscos potenciais decorrentes da conceção técnica e do fabrico.

No que concerne aos dispositivos médicos estão divididos em quatro classes de risco [17, 15, 19, 22]:

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

## **2.2 Monitores de Sinais Vitais**

Atualmente, para o exercício da medicina, é fundamental a medição correta dos parâmetros vitais, quer para auxílio diagnóstico, quer para determinar atitudes terapêuticas. Desta forma torna-se essencial o correto funcionamento dos equipamentos que monitorizam os sinais vitais para que um paciente seja sujeito aos devidos cuidados médicos.

Atualmente é habitual, na maioria dos estabelecimentos de cuidados de saúde, os parâmetros vitais serem monitorizados por monitores de sinais vitais, que podem ser equipamentos mais ou menos compactos dependendo do seu tipo ou finalidade. Estes equipamentos têm usualmente a possibilidade de monitorizar quatro parâmetros vitais, que são o eletrocardiograma (ECG), Saturação Periférica de Oxigénio (SPO<sub>2</sub>), Pressões não Invasivas (PNI), e temperatura corporal. No entanto, para situações específicas existem dispositivos que têm menos parâmetros incluídos e outros que incluem a possibilidade de monitorizar outros parâmetros diversos, como capnografia, pressões invasivas, entre outros.

Desta forma nas secções seguintes discrimina-se a análise efetuada a cada um dos parâmetros destes equipamentos.

### 2.2.1 ECG

O eletrocardiograma é um registo da atividade elétrica cardíaca. Qualquer contração muscular é consequência de um impulso elétrico e o coração não é mais do que um músculo especializado. Contudo, a nível cardíaco, o sincronismo da contração auricular e da contração ventricular, bem como a resposta a estímulos externos como o exercício físico, é determinante para a sua função como “bomba” e, por isso, o circuito elétrico que determina cada batimento cardíaco é característico.

Em termos práticos, o registo elétrico cardíaco indica qual a alteração elétrica subjacente a uma contração auricular e/ou ventricular ineficaz, problemas na condução dos impulsos elétricos, entre outros. Por exemplo, em situações de assistolia, paragem cardíaca e de arritmias, é o traçado eletrocardiográfico que estabelece a atitude terapêutica a tomar.

Além de ser um exame minimamente invasivo, acessível e de baixo custo, as potencialidades do ECG são ainda mais abrangentes, porque sofre alterações com outras doenças sistémicas, como desequilíbrios hidroeletrólíticos, pelo que é um exame de rotina em qualquer doente internado, no pré-operatório e em ambulatório. A interpretação do eletrocardiograma vai além de alterações exuberantes, visto que, por vezes, são apenas discretas alterações que fazem o diagnóstico de síndromes de morte súbita e permitem a tomada de atitudes terapêuticas preventivas a este nível, pelo que é também de extrema importância a sua exatidão. [21]

#### 2.2.1.1 *Princípios Subjacentes ao ECG*

Em relação ao traçado do ECG verifica-se que o seu princípio básico de funcionamento é resultante das diferenças de potencial causadas pelos estímulos elétricos cardíacos. O equipamento, à semelhança dos conhecidos osciloscópios, vai representar uma onda de diferença de potencial entre dois pontos, numa determinada amostra, com frequência e amplitude obtidas do estímulo cardíaco do paciente. [2]

Na Figura 2.1 – Esquemas explicativos do cálculo de diferença de potencial no ECG., está representada uma ilustração da forma de cálculo das ondas que vão ser apresentadas no ECG. [24]

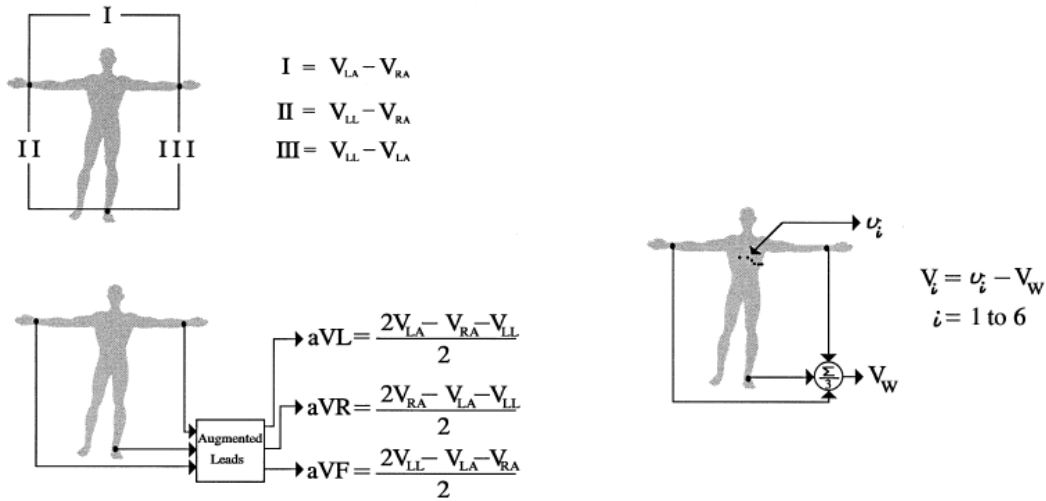


Figura 2.1 – Esquemas explicativos do cálculo de diferença de potencial no ECG.

Através deste princípio e da segunda lei de Kirchhoff, que estabelece que a soma algébrica da diferença de potencial elétrico num percurso fechado é nula, o médico e professor Willem Einthoven, estabeleceu o conhecido triângulo de Einthoven, representado na Figura 2.2. [2]

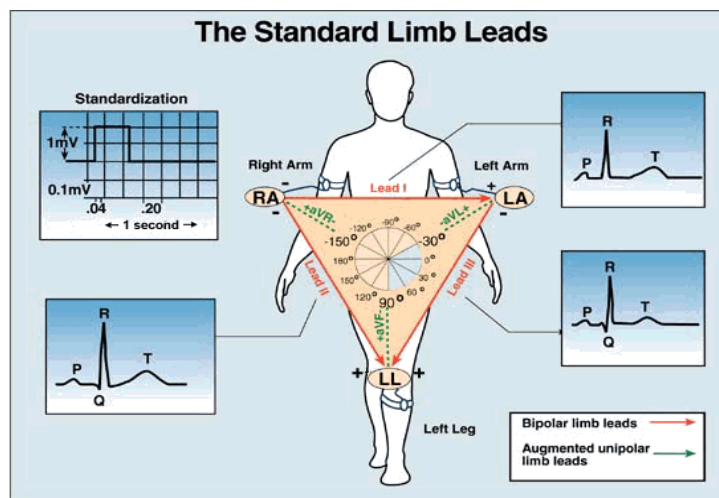


Figura 2.2 – Triângulo de Einthoven e características das ondas obtidas.

A partir daqui está identificada uma curva característica para cada derivação sendo, desta forma, o diagnóstico feito com base nas diferenças interpretadas numa determinada curva face ao que seria esperado. [2]

Um exemplo desta curva característica está representado na Figura 2.3.

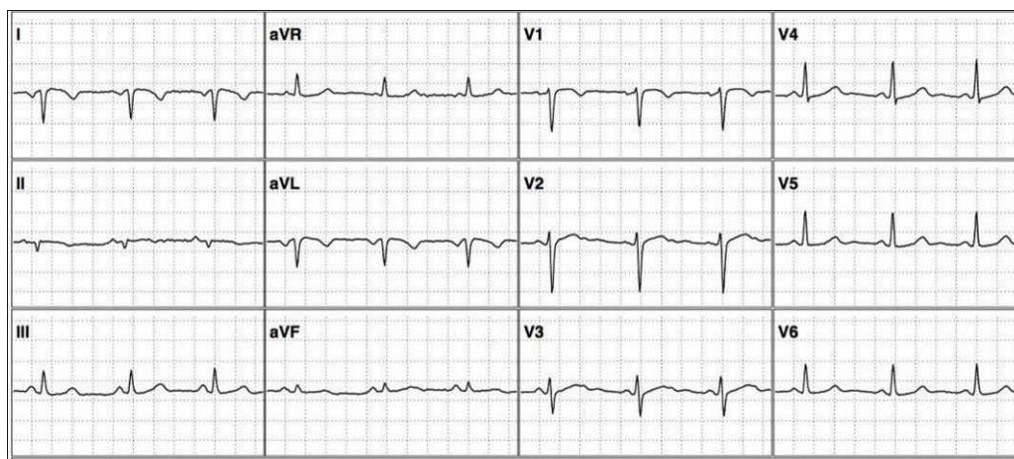


Figura 2.3 – Ondas caraterísticas obtidas de um ECG de 12 derivações.

Atualmente os equipamentos que efetuam este tipo de exames têm múltiplas derivações disponíveis, sendo mais comum de encontrar nos monitores de sinais vitais as seguintes:

- 3 derivações (que representam a função mais simplista deste tipo de exame), formando assim o supracitado triângulo, através dos elétrodos R, L e F.
- 4 derivações, que além dos elétrodos da opção anterior acrescenta o N.
- 5 derivações, que acrescentam o elétrodo V à opção de 4 derivações, sendo que este elétrodo pode ocupar qualquer uma das posições de V1 a V6 dependendo apenas do que se pretende examinar.

Nos eletrocardiógrafos o mais comum é a opção de 12 derivações, pois habitualmente trata-se de um exame momentâneo, solicitado previamente pelo médico, em que o principal objetivo é monitorizar o comportamento habitual do coração de todas as perspetivas. Já no caso dos monitores de sinais vitais o principal objetivo passa por observar continuamente a evolução cardíaca do paciente, bastando assim uma análise mais simples entre 3 a 5 derivações. [2]

De forma a dar uma melhor perceção do diagnóstico proporcionado pelas várias derivações está representado na Figura 2.4 uma ilustração das linhas de análise possíveis.

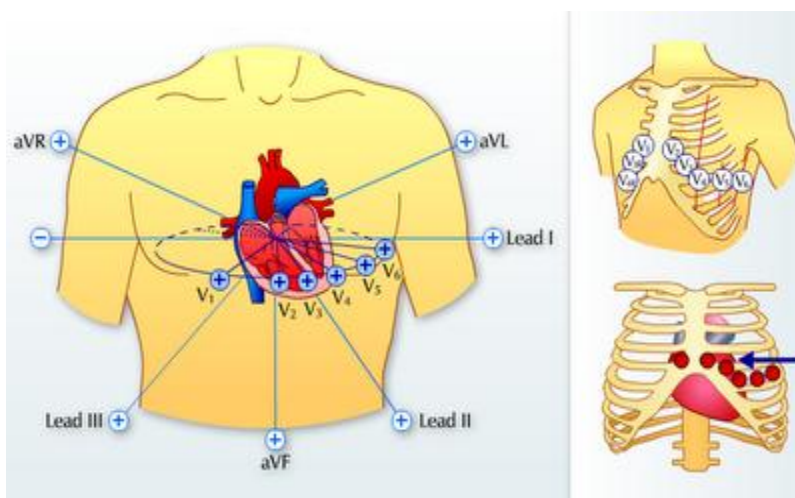


Figura 2.4 – Imagem ilustrativa dos vários ângulos em que os sinais ECG são captados.

As derivações têm sempre os seus terminais coloridos, que seguem uma das duas normas existentes, tendo em conta o respetivo código de cores de forma a facilitar a identificação de cada derivação. [2]

Estas normas estão devidamente identificadas e exemplificadas na Figura 2.5 e na Figura 2.6.

Norma International Electrotechnical Commission (IEC):

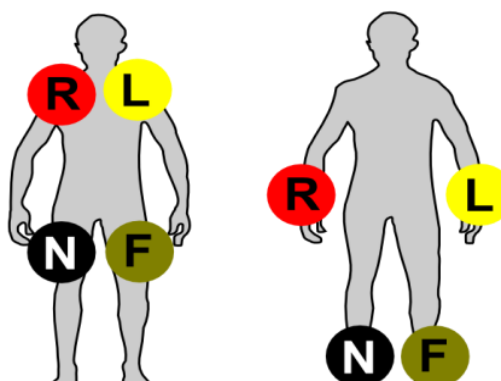


Figura 2.5 – Localização das 4 derivações no corpo humano (Norma IEC).

Norma AHA (Quality Certification Services):

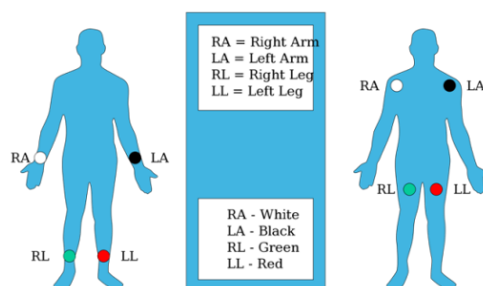


Figura 2.6 – Localização das 4 derivações no corpo humano (Norma AHA).

De uma forma mais direta pode-se concluir que a equivalência de cores entre as duas normas é a descrita no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Equivalência de cores entre as normas AHA e IEC.

Derivação/membro	Rótulo AHA	Rótulo IEC
Braço Direito	RA	R
Perna Direita	RL	N
Braço Esquerdo	LA	L
Perna Esquerda	LL	F
Centro (Precordiais)	C	C

### 2.2.2 Oximetria

A saturação periférica ou capilar de oxigénio (O<sub>2</sub>) é um parâmetro indireto da quantidade de O<sub>2</sub> no sangue. A partir do valor de saturação (em percentagem) é possível estimar a pressão parcial de O<sub>2</sub> no sangue arterial (em mmHg); à exceção de situações com má perfusão periférica, como vasoconstrição marcada ou pulso filiforme, entre outras, em que os valores não são fidedignos.

Assim, a oximetria dispensa frequentemente a realização de uma gasimetria arterial, que implicaria a colheita de sangue arterial – um procedimento invasivo, doloroso e, por vezes, moroso e difícil.

As utilizações da oximetria na prática clínica são muito vastas e incluem quer doentes em ambulatório (crónicos), quer doentes internados (agudos). Um dos exemplos mais paradigmáticos é a avaliação de doentes com insuficiência respiratória crónica em que a saturação periférica de O<sub>2</sub> é o parâmetro que determina a instituição e monitorização de oxigenoterapia no domicílio, uma terapêutica com grandes benefícios clínicos, mas também com um grande impacto no quotidiano dos doentes.

Em doentes com situações agudas, a monitorização da saturação periférica de O<sub>2</sub> permite avaliar a instalação súbita de insuficiência respiratória, por exemplo no caso de obstrução da via aérea, mas também avaliar a evolução em situações em que já esteja instalada, como pneumonias e choque séptico.

A exatidão dos oxímetros é fundamental, sobretudo para valores entre os 80 e 100 %, porque, nessa ordem de valores, um ponto percentual corresponde a uma diferença muito significativa em termos de pressão parcial de O<sub>2</sub> e, portanto, com implicações clínicas e terapêuticas muito distintas. [20]

Os eritrócitos (glóbulos vermelhos) contêm hemoglobina. Uma molécula de hemoglobina pode transportar até quatro moléculas de O<sub>2</sub>, depois do que é designado por "saturado" com O<sub>2</sub>. Para uma saturação a 100 %, é necessário que todas as ligações da molécula de hemoglobina sejam portadoras de O<sub>2</sub>.

$$S_aO_2 = \frac{O_2Hb}{RHb + O_2Hb} \times 100\%$$

A maioria da hemoglobina presente no sangue é agrupada com o O<sub>2</sub> à medida que passa através dos pulmões. Uma pessoa saudável com pulmões regulares, inspirando ar ao nível do mar, terá uma saturação arterial de O<sub>2</sub> de 95 % - 99%. O sangue venoso que é reunido a partir dos tecidos contém menos O<sub>2</sub> e, geralmente, tem uma saturação de cerca de 75%.

A desigualdade da coloração entre o sangue arterial e o sangue venoso deve-se à diferença de saturação da hemoglobina. A saturação de O<sub>2</sub>, durante uma anestesia, deve situar-se sempre entre os 95 – 99 %. Se esta for de 94 % ou valores inferiores, o paciente entra em hipoxia e precisa de tratamento rápido. A saturação inferior a 90 % é considerada emergência clínica.

#### 2.2.2.1 Curva de dissociação da oxi-hemoglobina

Uma forma possível de determinar a saturação de O<sub>2</sub> é recorrer aos valores da pressão parcial de oxigénio (PaO<sub>2</sub>). Como demonstrado na Figura 2.7 a SpO<sub>2</sub> é relativa à PaO<sub>2</sub> segundo uma forma complexa. Quando estamos a avaliar níveis muito elevados de SpO<sub>2</sub> os valores em percentagem de PaO<sub>2</sub> são muito próximos dos de SpO<sub>2</sub>, o que diminui possíveis desvios ou erros de leitura. Importa ainda referir que não é viável efetuar alertas de PaO<sub>2</sub> elevado com base na análise de valores de SpO<sub>2</sub>, pois como se pode observar no gráfico da Figura 2.7 em valores muito elevados de SpO<sub>2</sub> a variação de PaO<sub>2</sub> pode ser relativamente alargada.

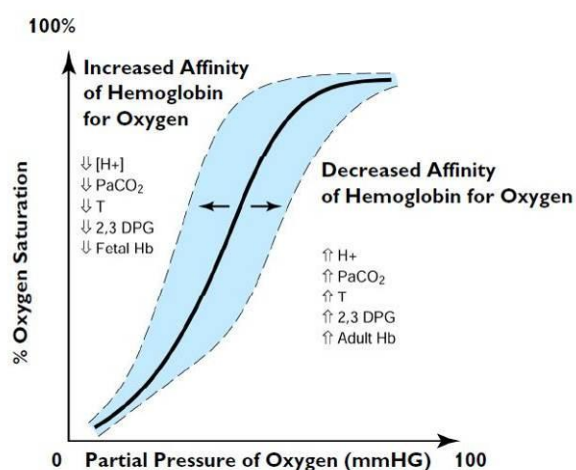


Figura 2.7 – Curva de dissociação Oxiemoglobina.

### 2.2.2.2 Tecnologias e sensores de SPO2

A técnica utilizada nos sensores deste tipo de análise é baseada em feixes luminosos. Esta é uma medição efetuada de forma contínua. Existem assim dois tipos principais de sensores: os de reflexão e os de transmissão, sendo estes últimos os mais utilizados. No caso dos sensores do tipo transmissão o seu funcionamento passa pela emissão de feixes de luz emitidos pelos led's, um de luz visível e outro de infravermelhos, feixes estes que são captados por fotosensores do outro lado da parte do corpo do paciente onde o sensor está aplicado.

No caso do sensor do tipo reflexão o princípio de funcionamento é idêntico ao anterior, apenas com a diferença do fotosensor estar colocado ao lado do díodo, captando assim os feixes de luz refletidos pelo corpo do paciente. [3i] A Figura 2.8 representa através de uma ilustração as diferenças no princípio de funcionamento dos dois tipos de sensores.



Figura 2.8 – Exemplo de diferença de tecnologia e sensores SPO2.

Normalmente estes sensores são colocados num dos dedos do paciente mas, em situações que assim o justifiquem, existem também sensores que podem ser colocados no nariz e nos lóbulos das orelhas desde que sejam apropriados para esse efeito. Assim deve seguir o exemplo da Figura 2.9. [23]

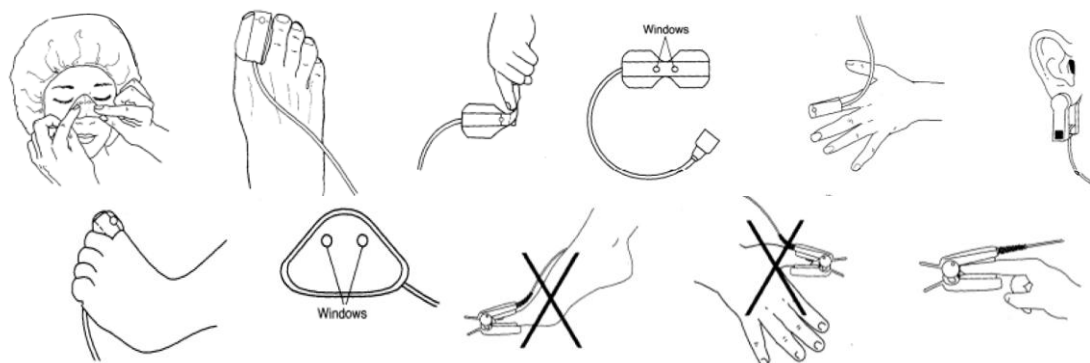


Figura 2.9 – Exemplos de sensores de SPO2.

O sistema técnico de leitura de SPO2 é baseado numa combinação de dois princípios: a espectrofotometria e a pletismografia. [3i] A espectrofotometria, como o próprio nome indica, está relacionada com a mensuração da luz transmitida através dos vasos capilares do paciente, em sintonia com o batimento cardíaco. A pletismografia, basicamente, está associada ao registo de diferenças de volume de sangue arterial durante a pulsação. [3i]

Assim, os oxímetros emitem para o sangue em circulação nos capilares dois feixes de luz laser, um vermelho, com comprimento de onda na ordem dos 650 nm, e um infravermelho, com um comprimento de onda de 850 nm. Esses dois comprimentos de onda, ao chegarem ao fotosensor, com uma determinada razão entre si, o processador do oxímetro vai de imediato ligar o do sinal infravermelho aos batimentos cardíacos, e o do sinal vermelho à variação da saturação de O<sub>2</sub>. [3i] Para exemplificar a emissão/receção destes dois sinais apresenta-se de seguida a Figura 2.10

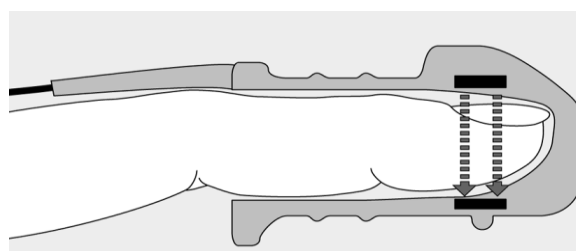


Figura 2.10 – Sensor de SPO2.

Desta forma basta o processador efetuar as devidas conversões e cálculos para apresentar no monitor o cálculo em percentagem da saturação de O<sub>2</sub> sanguíneo, e os batimentos por minuto do paciente.

O sensor de oximetria é constituído por dois componentes: os díodos emissores de luz (LEDs) e um detetor de luz (designado de fotodetetor). Os feixes de luz atravessam os tecidos de um lado ao outro da sonda sendo que o sangue e os tecidos absorvem uma parte da luz irradiada. A luz assimilada pelo sangue altera-se de acordo com a saturação de O<sub>2</sub> nos glóbulos vermelhos. O fotodetetor deteta a luz transmitida como os impulsos do sangue através dos tecidos, e o microprocessador calcula um valor para a saturação (SpO<sub>2</sub>).

Apesar de existir um certo nível constante de sangue arterial, a porção deste é alterada ao longo de curtos períodos de tempo, devido à pulsação. O referido sangue pode ser isolado a partir dos outros componentes, por ser, em norma, o único constituinte de absorção de luz que muda ao longo de períodos de baixa duração. [16i]

A quantidade de O<sub>2</sub> ligado à hemoglobina no sangue é indicada pela porção de luz recebida pelo detetor. A hemoglobina oxigenada (oxi-hemoglobina ou HbO<sub>2</sub>) absorve mais luz infravermelha do que luz vermelha. A hemoglobina desoxigenada (Hb) absorve mais luz vermelha do que luz infravermelha. Ao confrontar as quantidades de luz vermelha e infravermelha recebidas, o instrumento pode determinar a leitura de SpO<sub>2</sub>. Assim um equipamento com capacidade de analisar o SpO<sub>2</sub> tem em conta a absorção que vem a título de exemplo na Figura 2.11. [16i]

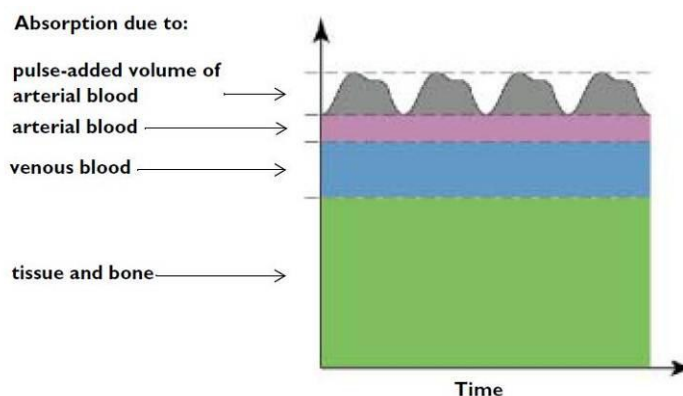


Figura 2.11 – Componentes responsáveis pela absorção da luz nos tecidos.

### 2.2.3 Pressão Arterial

Um dos parâmetros mais importantes é a pressão arterial, que é definida como a pressão exercida pelo sangue em circulação nas paredes dos vasos arteriais.

Este parâmetro, por si só, permite o diagnóstico da hipertensão arterial, uma doença crónica, que é o principal fator de risco cardiovascular. Refira-se que as doenças cardiovasculares constituem atualmente a maior causa de mortalidade em países desenvolvidos. É igualmente fulcral para avaliar a eficácia da terapêutica e o controlo desta doença. No outro extremo, a hipotensão é um dos indicadores mais importantes para avaliar a repercussão sistémica de várias situações agudas, como infeção e hemorragia, entre outras. [21]

### 2.2.3.1 Detecção da pressão arterial

Esta medição é habitualmente efetuada de forma não-invasiva, para isso os equipamentos que elaboram este tipo de análise são constituídos por uma bomba de ar elétrica, válvulas de exaustão, respetivos sensores de pressão e uma braçadeira com tubagem associada. No processo de medição a braçadeira é insuflada, dependendo do tipo de equipamento e das opções selecionadas. Esta medição pode ser realizada na fase de insuflação ou na fase de esvaziamento da braçadeira sendo que, no final do ciclo, o equipamento abre a válvula de exaustão da braçadeira e processa a informação transmitida pelos sensores, apresentando no monitor a pressão sistólica, a diastólica e os batimentos por minuto do paciente. Existem equipamentos que permitem a programação de ciclos de medição, com o intuito de monitorizar pacientes em situações mais críticas. O equipamento pode efetuar um ciclo de medição com um determinado intervalo de tempo inserido pelo utilizador. [1]



Figura 2.12 – Monitor PNI usualmente utilizado nas enfermarias do CHUC.

### 2.2.4 Capnografia

A capnografia consiste na monitorização da pressão parcial de CO<sub>2</sub>, sendo de especial importância a fração expirada de CO<sub>2</sub> e a curva de capnografia. Em anestesia, permite garantir que a intubação traqueal está correta e é o método mais eficaz para detetar problemas na ventilação (quer se devam a alguma alteração no utente quer a uma alteração no circuito ventilatório). Além disso, permite calcular alterações no metabolismo durante uma cirurgia.

No caso de sedações, a deteção de depressões de consciência e/ou hipoventilação o mais precocemente possível tem fortes implicações prognósticas, sendo que a capnografia constitui o melhor método para a sua averiguação.

Em medicina de emergência, além das implicações acima referidas, nomeadamente garantir que o tubo endo-traqueal se encontra corretamente inserido, o capnógrafo é um instrumento muito útil para esta verificação, e pode ainda ter um papel relevante na avaliação da eficácia de manobras de suporte básico de vida.

Os sensores da fração inspirada e expirada destes gases são de grande importância uma vez que, consoante a altura do procedimento e o grau anestésico pretendido, são um dos parâmetros a ter em conta para decidir se a quantidade de gás administrada deve ser aumentada, mantida ou diminuída. Isto porque, num circuito fechado, a quantidade de gás inspirada é variável e porque existe uma relação entre a quantidade de gás expirada e a profundidade anestésica. [31; 22]

#### 2.2.4.1 Detetor de gases expirados do capnógrafo

Nos dias de hoje existem várias tecnologias díspares utilizadas nos equipamentos com este tipo de monitorização. Em alguns casos o mesmo equipamento utiliza duas tecnologias diferentes com o intuito de despistar eventuais erros de leitura. No entanto o método mais utilizado é o sensor de infra-vermelhos, sendo que dentro deste tipo os capnógrafos podem-se dividir em dois métodos: *mainstream* - em que o sensor é colocado nas traqueias do ventilador junto ao paciente, e o sinal é enviado para o equipamento por um cabo elétrico-, e *sidestream* -em que o sensor está incluído no equipamento e sai apenas um tubo mais fino, constituindo uma linha de amostra das traqueias do ventilador para o equipamento. [4i] Para uma melhor perceção destes dois métodos, estes estão expostos e devidamente identificados na Figura 2.13.

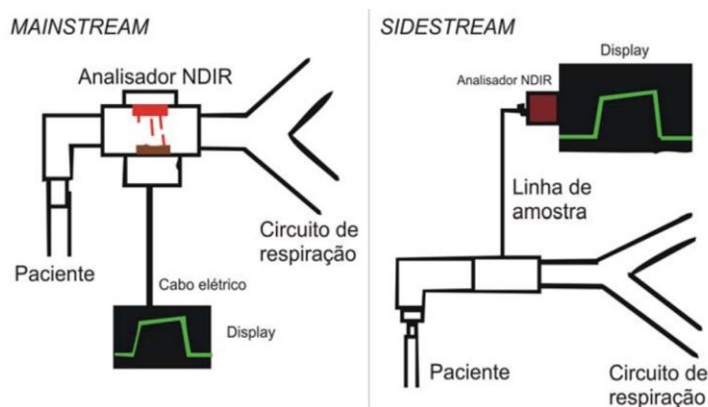


Figura 2.13 – Diferentes tecnologias de capnografia.

#### 2.2.5 Temperatura corporal

A temperatura corporal é um dos primeiros sinais de diagnóstico a ser monitorizado, qualquer indivíduo antes mesmo de solicitar cuidados médicos por norma verifica a temperatura do seu corpo de forma a verificar se está em estado febril. Como se sabe a febre é uma reação do organismo a um fator adverso ao seu funcionamento normal, constitui assim um dos primeiros sintomas a ter em conta pelas equipas que prestam os cuidados de saúde aos pacientes.

### 2.2.5.1 Detetor de temperatura corporal

A obtenção deste parâmetro é habitualmente feita por um termistor. Embora existam várias tecnologias, o princípio básico desta medição passa sempre pela resistência variável com a temperatura de um semicondutor, para que cada valor de resistência possa representar um determinado valor de temperatura corporal. [5]

## 2.3 Cardiotocógrafos – CTG

O cardiotocograma é um registo do tónus muscular do útero e da frequência cardíaca fetal (FCF). Por um lado permite identificar as contrações uterinas; ou seja, identificar se a grávida já se encontra em trabalho de parto. Para além disso, o CTG fornecer dados acerca do bem-estar fetal através do registo da FCF e da contagem dos movimentos ativos fetais (MAF).



Figura 2.14 – Cardiotocógrafo da maternidade Bissaya Barreto.

## 2.4 Ventiladores de Anestesia e Médicos

O desenvolvimento destes equipamentos veio possibilitar a execução de uma vasta gama de intervenções médicas, salvando assim a vida a inúmeros pacientes. Nesta secção são explicados os principais conceitos da ventilação, assim como os parâmetros e agentes envolvidos na mesma.

### 2.4.1 Princípios de Ventilação Humana

As trocas gasosas realizam-se à custa de diferenças entre a pressão nos alvéolos pulmonares e a pressão atmosférica. Na inspiração, a pressão nos alvéolos é inferior à pressão atmosférica, pelo que o ar entra nos pulmões, sendo que na expiração acontece o inverso. O objetivo é o transporte de oxigénio nas quantidades necessárias para o funcionamento de todos os tecidos e a eliminação do dióxido de carbono produzido pelo metabolismo, uma vez que a sua acumulação é tóxica. [22]

Para que este processo ocorra com a eficácia necessária é essencial a interação de várias estruturas:

- Caixa torácica e músculos respiratórios. A contração/relaxamento muscular, sobretudo do diafragma, leva a variações no volume do tórax, que conseqüentemente levam às diferenças de pressão responsáveis pela respiração. Deformidades da caixa torácica podem também ter implicações óbvias a este nível;
- Sistema nervoso central, que é responsável pela estimulação dos músculos respiratórios;
- Vias aéreas. A sua desobstrução é indispensável para que o ar entre e saia dos pulmões;
- Pulmões, nomeadamente alvéolos – estruturas elásticas que funcionam como “balões” e cujo volume varia com as diferentes pressões da caixa torácica. É a este nível que ocorrem as trocas gasosas – interface entre o ar (contido nos alvéolos) e o sangue (nos vasos que constituem as paredes alveolares).

Num contexto médico as indicações para ventilação invasiva são inúmeras e variadíssimas e incluem, não só distúrbios do aparelho respiratório, como pneumonias ou traumatismos torácicos, entre muitas outras; obstrução das vias aéreas, por exemplo traqueobronquite; mas também lesão do sistema nervoso central, como acidente vascular cerebral (AVC) ou hemorragia, especialmente se houver envolvimento do tronco cerebral e medula espinhal cervical; doenças neuromusculares com afeção do diafragma; e inclusivamente, disfunções de outros órgãos e sistemas com repercussão respiratória, como por exemplo cardiovascular e renal.

É importante salientar que a ventilação invasiva é uma modalidade terapêutica de carácter sempre temporário; ou seja, em condições em que é previsível a recuperação.

A ventilação invasiva está, na maioria dos casos, associada a situações que causam *stress* para o organismo, como as doenças supracitadas, que estão muitas vezes associadas a risco de vida para o doente, ou até mesmo uma cirurgia. Em resposta, o metabolismo basal aumenta, pelo que as necessidades de oxigénio aumentam também, daí que haja benefício na administração de quantidades de oxigénio superiores a 21 % de O<sub>2</sub> no ar administrado.

Por outro lado, quando a instituição de ventilação invasiva se deve a um problema a nível pulmonar, isso implica muitas vezes a diminuição da superfície pulmonar disponível para as trocas gasosas – alvéolos/interface sangue-ar -, sendo então necessário administrar quantidades superiores de oxigénio para aumentar a quantidade efetiva de oxigénio que chega ao sangue.

No entanto, concentrações elevadas de oxigénio mantidas na via aérea são também prejudiciais, deve apenas fornecer-se a quantidade necessária e adaptada a cada utente e apenas enquanto tal se justificar. A lesão por hiperóxia – toxicidade pelo oxigénio devido a formação de radicais livres – é grave e pode deixar sequelas, pelo que a calibração dos aparelhos é essencial. [22]

#### **2.4.2 Controlo por volume/pressão**

Na maioria dos casos, a ventilação invasiva é aplicada no modo de controlo de volume. Tendo em conta o género, idade, peso e altura, é possível estimar o valor teórico do volume que deve ser mobilizado a cada ciclo respiratório e, portanto, garantir uma ventilação adequada.

Todavia, em alguns casos, para se fornecer o volume estimado em cada ciclo respiratório a pressão atingida nas vias aéreas é demasiado alta. Este barotrauma - lesão nas vias aéreas causada por pressões elevadas - é bastante nocivo. Então, por exemplo, em utentes com patologia respiratória obstrutiva ou em procedimentos em que é induzido um pneumoperitoneu (nomeadamente a laparoscopia, porque há interferência com os movimentos do diafragma e, portanto, com a mecânica ventilatória) o mais adequado é fornecer o volume até atingir o limite de pressão na via aérea. [22]

#### **2.4.3 Anestésicos Voláteis**

Atualmente, a anestesia é conseguida através de uma mistura de fármacos; ou seja, consiste na administração de vários fármacos. Isto permite a utilização de quantidades inferiores de vários fármacos ao invés de uma elevada quantidade de um só fármaco para se conseguir o mesmo objetivo anestésico. A grande vantagem advém da diminuição da toxicidade/reações adversas de cada um dos fármacos individualmente, uma vez que as quantidades necessárias de cada um dos agentes anestésicos são inferiores. [25]

A ventilação invasiva está intimamente ligada à anestesia porque se torna indispensável para a realização de muitas intervenções cirúrgicas, por vários motivos nomeadamente em procedimentos em que seja necessário administrar fármacos paralisantes musculares, por exemplo: a imobilização do intestino para cirurgias abdominais, com consequente paralisação também dos músculos respiratórios; a exigência de uma grande profundidade anestésica da qual resulta uma depressão do sistema nervoso central, entre outros. Deste modo, o uso de fármacos gasosos com efeito sistémico é exclusivo da anestesia, porque a sua administração implica ventilação invasiva. O Quadro 2.3 abaixo apresentado faz referência às propriedades físicas dos gases usados no decorrer de uma anestesia. [25]

Quadro 2.2 – Propriedades físicas dos gases usados durante a anestesia.

GÁS	Peso Molecular	Densidade (g/L)	Viscosidade (cp)	Calor específico (KJ/Kg°C)
Oxigénio	31.999	1.326	0.0203	0.917
Nitrogénio	28.013	1.161	0.0175	1.040
Ar	28.975	1.200	0.0181	1.010
Protóxido de Azoto	44.013	1.836	0.0144	0.839
Dióxido de Carbono	44.01	1.835	0.0148	0.850
Hélio	4.003	0.1657	0.0194	5.190

Historicamente, muitos foram os anestésicos voláteis utilizados, no entanto, atualmente, o uso dos anestésicos voláteis limita-se essencialmente ao sevoflurano e ao desflurano. A escolha entre os dois depende da preferência do anestesista/hospital e também de fatores clínicos, por exemplo, o sevoflurano provoca menor irritação brônquica, pelo que deve ser preferido em caso de historial de patologia respiratória, como asma ou doença pulmonar obstrutiva crónica. O desflurano tem menores volumes de distribuição, sendo preferível em obesos e está contra-indicado em cirurgia robótica. O protóxido de azoto ainda tem um papel na anestesia hoje em dia, porém, é geralmente usado em conjunto com um dos anestésicos voláteis acima referidos.

Quadro 2.3 – Propriedades físicas dos agentes anestésicos voláteis disponíveis.

Nome genérico do agente	Ponto de ebulição (°C em 760 mmHg)	Pressão de Vapor (mmHg em 20°C)	Densidade do líquido (g/ml)	Concentração mínima alveolar (%)
Halotano	50.2	243	1.86	0.75
Enflurano	56.5	175	1.517	1.68
Isoflurano	48.5	238	1.496	1.15
Desflurano	23.5	664	1.45	6.0
Sevoflurano	58.5	160	1.51	2.0

O Quadro 2.3 apresenta-se as propriedades físicas dos agentes anestésicos voláteis usualmente utilizados em anestesia. [25]

#### 2.4.1 Ventilação não Invasiva

Em algumas patologias do foro respiratório, e se o doente estiver consciente e colaborante, pode optar-se pela Ventilação Não Invasiva. Existem duas modalidades:

- Continuous Positive Airway Pressure (CPAP), que consiste na administração de uma pressão positiva contínua nas vias aéreas, com o objetivo de evitar o seu colapso. Um dos exemplos mais frequentes, é o Síndrome de Apneia Obstrutiva do Sono, em que durante o sono, ocorre uma diminuição dos tónus muscular das estruturas cervicais e o conseqüente colapso das vias aéreas superiores, que é evitado se se administrar uma pressão positiva nas vias aéreas.

- Bilevel Positive Airway Pressure (BiPAP). Nesta modalidade, define-se uma Inspiratory Positive Airway Pressure (IPAP) e uma Expiratory Positive Airway Pressure (EPAP); o objetivo é facilitar a ventilação, ao fornecer um maior gradiente de pressão às vias aéreas. Muito útil em casos de insuficiência respiratória aguda, como na Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC) e pneumonia. [22]

## 2.5 Sumários e Conclusões do Capítulo

O papel preponderante dos equipamentos responsáveis pela monitorização e apoio à vida na evolução da medicina, cujo sucesso se expressa na redução da morbilidade e mortalidade dos pacientes motivou o estudo e compreensão dos conceitos e das tecnologias que lhe estão subjacentes.

Assim efetuou-se uma exaustiva pesquisa bibliográfica sobre os referidos equipamentos, tarefa esta que permitiu afirmar que, no que concerne aos monitores de sinais vitais, verificase que na maioria dos casos, os mais simples são unidades móveis que monitorizam um conjunto de parâmetros, nomeadamente: ECG, SPO2, PNI e temperatura. Os monitores de sinais vitais mais complexos estão associados a ventiladores de anestesia e possuem outras capacidades como capnografia, pressões invasivas e taping neuromuscular TNM.

Com a explicação aqui efetuada das circunstâncias de utilização dos equipamentos, assim como dos parâmetros e acessórios dos mesmos, ficaram enquadrados os respetivos temas desenvolvidos ao longo do relatório, pelo facto de que ao voltar a referir estes equipamentos noutros capítulos ou secções os princípios de funcionamento como os termos de utilização dos mesmos já são dados como compreendidos.

Para além dos pontos anteriormente enunciados, este capítulo descreve algumas das tecnologias dos dispositivos médicos estudadas no decorrer do estágio sendo que, regra geral, cada tipo de equipamento está desenvolvido sobre uma tecnologia própria, o que implica a assimilação dos respetivos conceitos em que se suporta, para que assim seja possível efetuar as intervenções necessárias em cada equipamento eficazmente.

### 3 MANUTENÇÃO

A manutenção é definida como sendo qualquer atividade com o intuito de melhorar ou conservar o desempenho de um equipamento. Como se sabe, os equipamentos estão expostos a um processo de degradação desde o seu momento inicial, processo este que pode ser acelerado pela utilização do mesmo. Assim, para aumentar o mais possível a disponibilidade de um equipamento, é necessário prestar-lhe uma manutenção adequada, que normalmente passa por intervenções de técnicos competentes que realizam as manutenções preventivas ou corretivas, em que são substituídos os componentes desgastados ou deteriorados, assim como eliminadas as eventuais anomalias que o equipamento possa apresentar.

É também importante realizar os devidos testes funcionais de forma a inspecionar o equipamento, para assim poder ser garantido que este se encontra nas devidas condições de funcionamento. [6, 7, 8]

De acordo com a versão portuguesa da norma EN 13306:2001, entende-se por manutenção a “Combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida.” [6, 7, 9]

Designa-se então boa manutenção quando se consegue conciliar um custo global reduzido e a garantia do cumprimento dos padrões de manutenção já estabelecidos como corretos. Para obter os resultados esperados da manutenção, esta vertente deve ser planeada e preparada desde a fase inicial de projeto e construção, acompanhando também os processos de instalação e início de funcionamento. Deve, portanto, existir um acompanhamento contínuo para que seja conhecido o historial do objeto alvo de manutenção passando, a partir dos pontos descritos, a desempenhar uma função de vigilância e desenvolvimento de processos de intervenção de ordem preventiva ou corretiva. Todo este processo deve ter em conta a necessidade de um registo organizado de todos os dados, que de uma forma relativamente fácil e rápida permita inserir, visualizar, recolher, e tratar cada ponto dos dados deste setor. [9]

No contexto de crise económica que vivemos atualmente, a manutenção é muitas vezes negligenciada, sendo considerada pela gestão das empresas e organizações uma tarefa dispendiosa, supérflua, que implica um custo imediato. Contudo, quando se estabeleceu a sua necessidade e com a verificação dos custos das intervenções corretivas, a manutenção preventiva passou então a ser considerada um fator capaz de alterar positivamente o índice de produção por funcionário e, consecutivamente, o índice de produtividade da empresa, representando assim um fator decisivo na economia da mesma. [8]

Neste enquadramento e em termos práticos pode-se destacar como objetivo fulcral da manutenção o aumento dos níveis de disponibilidade dos equipamentos em causa. Por ser considerada necessária a disponibilidade do maior número de equipamentos possível para a melhoria da produção, é essencial que o tempo de indisponibilidade destes seja o mais reduzido possível, quer o motivo dessa imobilização tenha sido avaria, paragem forçada ou devido a falhas na planificação da manutenção.

No entanto a manutenção encontra-se também interligada, influenciando positivamente outros fatores hoje em dia considerados preponderantes como por exemplo a segurança, a qualidade, e custo de produção (ou custo do serviço).

Com vista à eficácia, eficiência e otimização dos processos de manutenção, está estabelecida a necessidade destes serem desempenhados por técnicos convenientemente formados e com meios para levarem a cabo o trabalho com ferramentas apropriadas e em bom estado, num ambiente organizado e limpo.

Desta forma sabe-se que, do ponto de vista ideal, um processo correto de manutenção deve seguir a filosofia de organização de origem japonesa dos “5 S”, respeitando e seguindo assim cada um dos seus conceitos/objetivos. Estes “5 S” estão relacionados com a letra inicial de cinco palavras japonesas, como passa a explicar o Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Exposição do conceito dos "5 S".

Significado		Conceito	Objetivo
Japonês	Português		
Seiri	Utilização	Separar o necessário do desnecessário	Eliminar do espaço de trabalho o que seja inútil
Seiton	Ordenação	Colocar cada coisa em seu devido lugar	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Seisō	Limpeza	Limpar e cuidar do ambiente de trabalho	Melhorar o nível de limpeza
Seiketsu	Saúde	Tornar saudável o ambiente de trabalho	Organizar o espaço de trabalho de forma eficaz
Shitsuke	Autodisciplina	Rotinizar e padronizar a aplicação dos S anteriores	Incentivar esforços de melhoria

[6, 10, 11]

### 3.1 Manutenção de Equipamento Hospitalar

Na generalidade dos casos a nível nacional os centros hospitalares (ou em alguns casos cada hospital) têm um SIE. Este setor tem habitualmente a seu cargo a gestão dos equipamentos do hospital, trabalhando para o efeito em estreita colaboração com os serviços de aprovisionamento e contabilidade. Desta forma, a maior fatia da manutenção hospitalar é de responsabilidade dos SIE que, dependendo das situações e dos diferentes tipos de equipamentos, podem optar por ter técnicos próprios que executam a respetiva manutenção, ou pela realização de contratos de manutenção com os representantes das marcas, ou com empresas de prestação de serviços desta natureza, como é o caso da STB.

Na maioria dos casos a gestão hospitalar opta por ter os contratos de manutenção para equipamentos em garantia e equipamentos mais complexos (que necessitam de mais tempo de mão-de-obra de manutenção, ou *kits* de substituição nas manutenções preventivas, etc.).

Assim, os técnicos internos dos SIE ficam encarregues da manutenção dos equipamentos mais simples, como bombas infusoras, perfusoras, esfigmomanómetros analógicos, entre outros.

No enquadramento mais genérico sobre manutenção realizado anteriormente, verifica-se a extrema necessidade da mesma em qualquer que seja o contexto. Logo, o bom desempenho deste sector da manutenção por parte das pessoas responsáveis fará com que os profissionais da área da saúde tenham à sua disposição mais e melhores equipamentos, de forma a prestar um melhor serviço de assistência aos utentes. [7]

Além de todos estes fatores preponderantes da manutenção em equipamentos hospitalares existe ainda normalização específica a seguir. Neste caso a STB está certificada pela norma NP EN ISO 13485:2004, que especifica os requisitos de um sistema da qualidade para organizações que possuam conceção, desenvolvimento, produção, instalação e assistência pós venda de dispositivos médicos ou para a conceção, desenvolvimento e fornecimento de serviços relacionados.

### 3.2 Formas de Manutenção

A manutenção, independentemente da área em que seja aplicada, está, por norma, disposta sobre estas diferentes formas expostas na Figura 3.1:

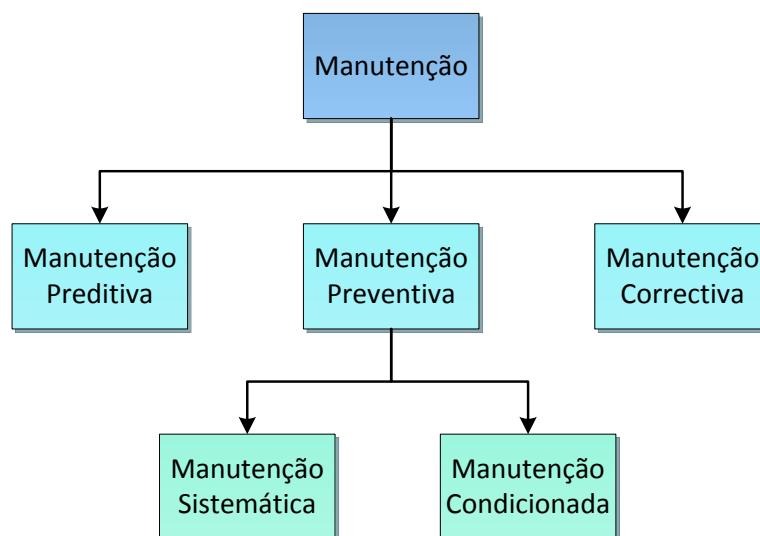


Figura 3.1 – Fluxograma explicativo das derivações de formas de manutenção.

### 3.2.1 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é definida como sendo uma técnica que se baseia no estado do equipamento. Para isso é essencial que os equipamentos sejam periodicamente acompanhados.

Este acompanhamento é baseado nos dados registados pelas inspeções ou monitorizações efetuadas ao equipamento em ambiente de funcionamento. Assim, o objetivo essencial desta forma de manutenção passa por uma verificação pontual do funcionamento dos equipamentos, de forma a prever possíveis anomalias que eventualmente possam causar despesas mais elevadas (como uma manutenção corretiva). Desta forma procura-se antever a durabilidade dos equipamentos. Esta manutenção recorre a técnicas de análise que, por vezes, não são tão precisas como seria desejável. Dependendo do equipamento, a informação registada compreende dados como vibração, ultra-som, termografia, análise de óleos, etc.

Em relação aos equipamentos médicos esta forma de manutenção traz acrescidas vantagens, pois as verificações realizadas neste âmbito permitem a prevenção de situações de risco para os pacientes, principalmente em equipamentos de suporte de vida.

Ultimamente têm surgido novos termos associados à gestão da manutenção neste âmbito, sendo inclusivamente considerados alternativas válidas à manutenção preditiva. Estes termos são:

- RCM, manutenção centrada na confiabilidade;
- MPT, manutenção produtiva total;
- JIT, manutenção "Just-in-Time"; [12]

### 3.2.2 Manutenção Preventiva

Esta vertente da manutenção tem o intuito de, como o próprio nome indica, prevenir eventuais anomalias que possam surgir causadas pela degradação de componentes e bloqueios externos ao equipamento (como a sujidade, entre outros). Para o efeito devem-se registar dados estatísticos sobre o estado geral do equipamento, as condições elétricas envolventes, as características do local de funcionamento e dados fornecidos pelo fabricante, os quais definem a periodicidade das ações e pontos de limpeza, afinação e lubrificação. Desta forma, uma boa prática de manutenção preventiva deve incluir a verificação dos referidos fatores a ter em conta e outros testes, respetivos a cada equipamento. Pode-se dividir ainda a manutenção preventiva em dois segmentos: a manutenção sistemática e a manutenção condicionada

### 3.2.2.1 *Manutenção Sistemática*

Esta manutenção é efetuada em concordância com um plano previamente estabelecido de forma a ser possível certificar e autenticar o funcionamento do equipamento em questão. Assim, as intervenções desta natureza são realizadas com um intervalo específico seguindo as recomendações do fabricante, podendo ser este intervalo estipulado por calendário (ou seja, de x em x tempo) ou pelo tempo de serviço que o equipamento efetuou.

Este modo de manutenção apresenta diversas vantagens associadas à: redução de despesas com a manutenção corretiva, simplificação da programação da gestão financeira e programação de períodos de paragem, o mais conveniente possível para o serviço onde se encontra o equipamento. No entanto, os riscos inerentes às paragens sistemáticas, assim como o acréscimo de custo da mão-de-obra necessária, e a frequência das intervenções podem revelar-se um aspeto negativo deste segmento da manutenção. [8, 11]

### 3.2.2.2 *Manutenção Condicionada*

Esta forma de manutenção surge essencialmente na sequência de uma manutenção preventiva onde foi detetada uma ou mais anomalias, tornando-se pois necessária a intervenção de um técnico de forma a estabelecer os parâmetros normais do equipamento. Esta forma de manutenção pode-se revelar bastante vantajosa, pois ao existir a deteção da anomalia, eventualmente estão-se a evitar erros no diagnóstico e tratamento dos pacientes, assim como futuros danos agravados no equipamento, promovendo o aumento de tempo de vida e da produtividade do mesmo, e redução de avarias inesperadas e consequentemente das despesas associadas à manutenção corretiva. [12i].

Contudo, no que concerne à manutenção de equipamentos hospitalares, na maioria dos casos, é necessária a desmontagem completa ou parcial dos equipamentos e a eventual substituição de peças, o que se traduz na paragem dos mesmos. Assim, estão implicadas diversas despesas que podem passar por componentes de reserva, mão-de-obra específica, entre outros, tudo isto para que, mesmo nestas situações inesperadas, a resposta dos meios de manutenção seja a mais rápida e eficiente possível. [8, 11, 12]

### **3.2.3 Manutenção Corretiva**

Esta forma de manutenção surge no decorrer de reparações não planeadas, ou seja, enquadra-se quando são necessárias intervenções extra ao plano normal de manutenção. Por norma, na sua origem podem estar uma ou mais anomalias, podendo estas ser causadas por diversos motivos, incluindo por vezes motivos externos ao equipamento.

Ao efetuar este tipo de manutenções deve-se ter em conta alguns aspetos importantes, como o estudo das anomalias detetadas, dos pontos críticos dos equipamentos, e a reparação bem

elaborada dos mesmos. As tarefas mencionadas devem ser cumpridas no espaço de tempo mais curto quanto possível, pois habitualmente estes processos implicam a paragem do equipamento em períodos de tempo não planeados, trazendo normalmente problemas de organização dos serviços e, por vezes, até a paragem dos mesmos durante o período de reparação. No processo de manutenção os dados recolhidos no decorrer do mesmo devem permitir o estudo dos equipamentos de forma a prevenir a ocorrência de novas anomalias inesperadas.

Infelizmente, é impossível descartar completamente este modo de manutenção. De facto não é possível especificar em que momento ou situação irá surgir um problema que possa levar a uma manutenção corretiva de emergência. Contudo, as boas práticas de manutenção devem tentar suprimir a manutenção corretiva ao máximo, pois esta revela-se extremamente dispendiosa pelo facto de implicar na maioria dos casos um enorme *stock* de componentes de forma a prevenir a eventual necessidade de substituir um componente danificado num equipamento, e também por reduzir a produtividade dos meios envolvidos, a segurança dos mesmos e do próprio equipamento. [8, 10, 11, 13]

### **3.3 Gestão da Manutenção**

Para que todos os processos de manutenção referidos anteriormente sejam devidamente executados, e para que os objetivos desses processos sejam atingidos, é essencial existir uma estrutura capaz de gerir essa manutenção. Tendo em conta o desenvolvimento dos sistemas e equipamentos, cada vez mais se verifica o investimento das entidades na adoção de estratégias eficazes com o intuito de obter uma melhoria contínua e de maximizar os tempos de disponibilidade dos mesmos, tendo no entanto um cuidado especial em minimizar os custos associados aos processos de manutenção.

#### **3.3.1 Conceito estratégico *Lean* aplicado à manutenção**

Neste enquadramento foram abordadas algumas ferramentas da estratégia *Lean* [20, 21]. Visto que a correta aplicação das estratégias indicadas representa um modo mais vantajoso e eficiente, é de todo pertinente identificar essas ferramentas e referir a respetiva interação com o processo de funcionamento adotado pela empresa.

Como foi referido anteriormente, a gestão dos dispositivos médicos do centro hospitalar onde se realizou o estágio não era da responsabilidade da STB. Contudo o sistema adotado pela empresa, de ter técnicos internos nos centros hospitalares por forma a proporcionar uma resposta rápida e eficaz às solicitações de assistência por parte dos serviços, tudo isto sem os custos inerentes às deslocações, aplicando desta forma o sistema “Just-in-Time”. Para além deste conceito, a estratégia de otimização e organização contínua de todas as funções desempenhadas com o objetivo de cumprir a estratégia dos “5 S” constitui outra ferramenta fundamental de aplicação “Lean” neste âmbito de trabalho. [20, 21]

### 3.4 Avarias

A manutenção surge com o intuito de prevenir, evitar, e, caso não seja possível nenhuma das anteriores, corrigir as avarias. O termo avaria é atribuído, neste contexto, à impossibilidade de um determinado equipamento desempenhar as respetivas funções para as quais foi concebido, podendo, desta forma, ser entendido como um estado de funcionamento de um sistema. Para cumprir o objetivo de eliminar ou reduzir as consequências das avarias é essencial conhecer e entender o comportamento dos equipamentos, e assim elaborar processos de melhoria contínua.

Com vista a uma boa gestão dos recursos disponíveis na manutenção é importante desenvolver um sistema hierárquico das avarias, e assim destacar onde se deve investir mais recursos. [6, 8, 9]

### 3.5 Equipamentos Analisados no Decorrer do Estágio

No contrato de manutenção realizado entre a STB e o CHUC encontram-se abrangidos um elevado número de equipamentos, nomeadamente os de manutenção mais complexa e exigente. Por motivos de cumprimento do plano de manutenções preventivas, e pela prioridade exigidas nas respostas de manutenção corretiva, não foi possível ter o contacto desejado com todos os equipamentos que constam no referido contrato. No quadro seguinte estão indicados os equipamentos rececionados pela STB no decorrer do estágio e com os quais houve oportunidade de contacto.

Como já foi referido anteriormente, o presente relatório somente descreve as ações de manutenção efetuadas nos sistemas de monitorização e apoio à vida. Assim sendo, no decurso deste relatório unicamente foram analisadas as ações de manutenção dos equipamentos apresentados no Quadro 3.2. Refira-se, no entanto, que durante o período de estágio o gabinete de manutenção da STB rececionou outros equipamentos. A lista exaustiva dos equipamentos com os quais tive contacto e efetuei ações de manutenção estão descritos no anexo I.

Quadro 3.2 – Descrição quantitativa de equipamentos médicos analisados.

Tipo de Equipamento	Quantidade
Cardiotocógrafo	2
Ecógrafo	2
Electrocardiógrafo	2
Mesa operatória	13
Monitor sinais vitais	141
Ventilador anestesia	16
Ventilador médico	30
<b>TOTAL</b>	<b>272</b>

### 3.6 Equipamento de Apoio

Um dos principais investimentos que uma empresa que preste serviços de manutenção na área da engenharia clínica tem é a aquisição e manutenção dos seus próprios equipamentos de teste certificados. Estes equipamentos são sujeitos a uma calibração anual por uma entidade externa certificada.

No caso da STB, a empresa monitoriza e gere a calibração das ferramentas necessárias para efetuar as respetivas manutenções e os testes de segurança, com o intuito de garantir a conformidade dos equipamentos médicos com os requisitos do contrato e da normativa em vigor. Desta forma a empresa constituiu uma base de dados das suas ferramentas.

Nesta encontram-se registados diversos campos que descrevem:

- Marca;
- Modelo;
- Número de série;
- Número de inventário (caso exista);
- Data da última calibração.

A STB procede também à identificação e classificação das suas ferramentas, fazendo a sua divisão em duas categorias:

Categoria 1: Ferramentas que estão sujeitas a verificação e/ou calibração. Este tipo de ferramentas é usado em processos de comprovação que os equipamentos médicos estão a cumprir as especificações do fabricante, sendo o técnico responsável pela verificação do prazo de calibração, e pela sua não utilização caso esta tenha ultrapassado a data limite. As ferramentas desta categoria são obrigatoriamente verificadas e/ou calibradas segundo as normas internacionais. No caso da inexistência de normas para um determinado tipo de ferramenta, esta passa a ser incluída na categoria 2;

Categoria 2: Ferramentas que não se encontram sujeitas à verificação e/ou calibração. Desta forma não estão incluídas no calendário de verificações e/ou calibrações. Assim, as ferramentas pertencentes a esta categoria devem estar identificadas com uma etiqueta que indique “NÃO USAR PARA MEDIDAS DE REFERÊNCIA”. [14]

Na área da electromedicina os técnicos, para além das ferramentas comuns a várias áreas (categoria 2), têm ainda a necessidade efetiva de aceder a ferramentas específicas de teste e calibração de equipamentos médicos (categoria 1) para desempenhar convenientemente as suas funções. Desta forma é pertinente descrever, nos pontos seguintes, cada uma das ferramentas utilizadas durante o estágio.

### 3.6.1 Equipamento de teste de Segurança Elétrica

O equipamento que a STB utiliza e que disponibilizou durante o estágio para efetuar este tipo de testes foi o DNI Nevada medTester 6000 IEC, representado na Figura 3.2. Este equipamento permite efetuar os respetivos testes de medição que garantem que um determinado equipamento hospitalar garante segurança em relação a electrocução aos utilizadores e aos pacientes. Num teste desta natureza o analisador tem que efetuar as seguintes medições:

- Resistência à terra;
- Corrente de fuga para a terra;
- Corrente de fuga do invólucro;
- Corrente de fuga para o paciente;
- Corrente auxiliar do paciente.

Está estipulado pela norma IEC 62353:2007 que o valor máximo admitido para a resistência à terra nos equipamentos hospitalares é de 100  $\Omega$ . A resistência à terra consiste na resistência entre o terminal de recetáculo, onde o equipamento está conectado e o condutor de terra. Depende, assim, da resistência entre o ponto de terra do chassi e ponto de medição, do ponto de junção dos fios das duas extremidades e, inclusive, do comprimento do próprio cabo de alimentação.

Em relação à corrente de fuga para a terra, nos equipamentos hospitalares o valor máximo admitido é de 20  $\mu\text{A}$ . Esta corrente é entendida como um determinado fluxo de corrente indesejada ou anormal no respetivo circuito elétrico do equipamento devido a uma fuga que, na maioria dos casos, é provocada por um caminho anormal de baixa impedância ou mesmo um curto-circuito. [16, 17]



Figura 3.2 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada medTester 6000.

### 3.6.2 Equipamento de teste de desfibrilhadores

No decorrer do estágio o equipamento utilizado para efetuar este tipo de testes foi o Metron QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer. Este equipamento permite, além dos testes alusivos aos desfibrilhadores, efetuar os testes necessários a um equipamento de ECG. Na Figura 3.3 encontra-se uma fotografia deste equipamento de testes.

Este equipamento permite efetuar:

- Testes respetivos ao desempenho de desfibrilhadores, com uma resistência interna de carga de  $50\Omega$  (que corresponde sensivelmente à resistência interna do corpo humano) e permite efetuar ensaios até 1000 J, correspondente a  $<5000\text{ V}$ , 120 A;
- Simulação de ECG, pelas 10 saídas independentes que permitem efetuar a simulação completa de 12 derivações com sinais clínicos padronizados;
- Testes a *pacemakers*, através dos diversos testes e extensas gamas de cargas disponibilizadas. [18]



Figura 3.3 – Equipamento de teste da STB - Metron QA-45.

### 3.6.3 Equipamento de teste de electrobisturís

O equipamento de teste de electrobisturís utilizado no decorrer do estágio foi o DNI Nevada 402A Electrosurgical Analyser que se encontra ilustrado na Figura 3.4. Esta ferramenta permitiu analisar e testar devidamente os vários electrobisturís que se encontram em contrato de manutenção. Desta forma, foram efetuados diversos testes aos electrobisturís, de acordo com a sequência das quatro montagens diferentes descritas no equipamento de testes.



Figura 3.4 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada 402A.

Este equipamento permite testar diversos parâmetros dos electrobisturís, nomeadamente:

- Impedância nominal dos acessórios;
- Nível de potência nominal;
- Correntes de Fuga (Neutro-Terra, Eléctrodo-Terra e Bipolar isolado).

Estes testes podem ser efetuados para o corte e para a coagulação quer no modo monopolar quer no modo bipolar. [19]

#### 3.6.4 Simulador de ECG

Os testes de funcionamento a equipamentos com capacidade de monitorização de ECG foram efetuados utilizando os equipamentos de teste descritos nos pontos anteriores, visto que ambos possuem a capacidade de simular diversas ondas padronizadas de ECG, com capacidade para testar equipamentos até 12 derivações.

#### 3.6.5 Simulador de SPO2

O simulador representado na figura 3.5 correspondeu a um DNI Nevada CardioSat 100. Trata-se de uma ferramenta usada em intervenções de manutenção nos monitores de sinais vitais ou em oxímetros. Este equipamento tem assim a capacidade de simular diversas grandezas de nível de oxigénio no sangue, assim como diversos níveis de pulsação. Para efetuar as simulações basta conectar o sensor do equipamento a testar no terminal de simulação do equipamento de teste (*Optical Finger Module*).



Figura 3.5 – Equipamento de teste da STB - DNI Nevada CardioSat 100.

### 3.6.6 Analisador de ventiladores

Os testes aos ventiladores foram efetuados utilizando dois equipamentos analisadores distintos, apresentados na Figura 3.6 um deles o Fluke VT MOBILE, e o outro, o Soderel Medical Mobi+. Estes dois modelos são bastante idênticos em termos de funcionalidades, desta forma apenas existiu contacto com estes dois por motivos de calibração de um deles e o outro veio para o CHUC durante o período de calibração do que pertencia a este centro hospitalar. Estas ferramentas são fundamentais à boa manutenção dos ventiladores pois, pelo facto de serem conectados nas traqueias de paciente, obtêm valores reais de débito de fluxos e percentagens de oxigénio dos ventiladores.



Figura 3.6 – Equipamentos de teste da STB - Fluke VT MOBILE e Soderel Medical Mobi+.

Este tipo de equipamentos de teste têm as características:

- Medições de fluxo bidirecional (variações de fluxo altas e baixas), volume, vácuo, pressão e concentração de oxigénio;
- 16 medições dos parâmetros do ventilador;
- Análise de tendências e estatística de todos os valores medidos;
- Visor gráfico embutido;
- Porta de comunicação RS232 para o controlo por computador;
- Memória para armazenar resultados; [28, 29]

### 3.6.7 Multímetro

O multímetro será talvez o equipamento mais comum dentro das ferramentas da categoria 1 da STB. Este equipamento corresponde a um multímetro digital Fluke 17B, apresentado por meio de fotografia na Figura 3.7 que, devido ao facto de ser necessária a sua livre utilização pelos técnicos da STB, tem que ser calibrado, passando assim a pertencer a categoria 1.



Figura 3.7 – Multímetro Fluke 17B - Equipamento de teste e medição da STB.

## 3.7 Sumários e Conclusões do Capítulo

Pelo facto deste estágio englobar uma forte componente relacionada com a manutenção, um tema que pode ser abordado em termos genéricos, pois está presente em inúmeras áreas técnicas. Neste caso específico optou-se por objetivar esta secção na aplicação que a manutenção tem num ambiente hospitalar, foi assim necessário aprofundar dedicadamente os meus conhecimentos nesta vertente da engenharia.

É de todo essencial que se destaque que as vantagens são provenientes de uma gestão e planificação da manutenção bem calculadas, dado que se sabe que ao longo dos anos tem sido notório o acréscimo de custos que a modalidade de manutenção corretiva implica, e que todas as fontes consultadas no desenvolvimento deste trabalho são unânimes neste ponto.

Assim, no caso de serem registadas falhas frequentes que necessitem de manutenções corretivas este facto implica um acréscimo de custos que era evitável para a instituição. Normalmente estas operações de manutenção quando não são devidamente planeadas implicam o aumento de períodos de indisponibilidade e dos custos da intervenção.

Foi também abordado neste capítulo a necessidade de existirem equipamentos específicos à manutenção e calibração dos dispositivos médicos. Estes equipamentos de apoio à manutenção são característicos da área da manutenção hospitalar. Assim sendo, os processos de manutenção são apoiados pelos respetivos equipamentos adequados para cada situação.

## 4 PROCEDIMENTOS DESENVOLVIDOS

As atividades efetuadas durante o estágio descrito neste relatório tiveram como característica principal o cariz essencialmente prático, das mesmas se considera ser uma mais-valia na aquisição de competências registadas neste contexto. Desta forma, e para que este relatório fosse de encontro ao objetivo de apresentar as experiências efetuadas, assim como as competências obtidas, entende-se como fundamental incluir este capítulo na constituição do relatório.

Neste capítulo passo a relatar os procedimentos de manutenção desenvolvidos, por tipo de equipamento, nos quais estive mais envolvido no decorrer do estágio. Não sendo possível descrever cada manutenção efetuada detalhadamente, tenta-se assim abranger os equipamentos e os pontos principais destas ações. Separando assim em secções por tipo de equipamento mostrando apenas os equipamentos e ações que se julga ter maior relevância.

### 4.1 Manutenção de Monitores de Sinais Vitais (MSV)

#### 4.1.1 Monitor de Sinais Vitais – Philips MP20

No que concerne a monitores de sinais vitais, o equipamento escolhido foi o monitor Philips MP20 apresentado sobre o formato de fotografia na Figura 4.1. Este monitor foi o escolhido, visto ser o equipamento presente em maior número no contrato. Este facto traduziu-se, logicamente, num elevado número de intervenções neste equipamento em relação aos restantes. Os monitores de sinais vitais da Philips MP20, MP30 e MP50 são bastante idênticos no seu funcionamento, tendo apenas diferenças em algumas características. Uma das grandes vantagens da semelhança entre estes três modelos passa pelo facto de os módulos de paciente poderem funcionar em qualquer um deles.



Figura 4.1 – Monitor MSV Philips MP20 da UG do HG.

Este tipo de monitores é utilizado no serviço de urgência geral (UG) do HG entre outros serviços do hospital. Em relação aos que se encontram em funcionamento no serviço de urgência são equipamentos que estão muitas vezes a funcionar em situações críticas, em que o paciente na maioria dos casos se encontra numa fase de diagnóstico e onde uma monitorização precisa e eficaz é muito importante. Quando o paciente é ligado a um monitor do modelo que está exposto neste ponto, e os respetivos sensores conectados no paciente, dado as características do serviço, que implica que na maioria dos casos os pacientes tenham que ser deslocados para vários pontos do hospital para fazer exames, tratamentos, entre outros o paciente leva apenas consigo o módulo M3001A, apresentado na Figura 4.2, aqui designado como módulo de paciente. Este é desconectado do monitor e, assim, como é um modulo relativamente pequeno e portátil torna-se mais fácil efetuar as movimentações necessárias.



Figura 4.2 – Módulo de paciente do MSV Philips MP20.

Este equipamento apresenta um funcionamento preciso, intuitivo e razoavelmente fiável pelo que a sua fiabilidade está condicionada por se registar um enorme número de anomalias na comunicação entre os módulos de paciente e os monitores.

#### 4.1.1.1 Processo de Manutenção Preventiva

Nos monitores de sinais vitais o intervalo estipulado entre as manutenções preventivas é de 12 meses, contudo a filosofia da empresa promove que estes sejam abrangidos por procedimentos de manutenção preditiva sempre que possível. Salvo raras exceções, nomeadamente módulos de capnografia, estes equipamentos não têm *kits* de substituição previstos pelo fabricante. Desta forma o processo de manutenção preventiva incluía, para a maioria dos monitores de sinais vitais, os seguintes pontos:

Preenchimento do cabeçalho da *checklist*, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:

- Hospital;
- Número do PI;
- Marca;
- Número de série;
- Número de inventário;
- Modelo;
- Serviço;

- Tipo de manutenção preventiva (6 meses, 1 ano ou outra);
- Data da manutenção;
- Inspeção visual, com especial atenção nos seguintes pontos:
- Estado geral do chassis;
- Cabo ECG;
- Sensor SpO2;
- Estado abraçadeiras, mangueira;
- Cabo alimentação;
- Indicação ligação à rede;
- Indicação ligação à bateria;
- Ficha cabo paciente;
- Outros dados que se mostrem relevantes;
- Efetuar as verificações respetivas ao equipamento que deve incluir os seguintes pontos:
- Frequência cardíaca;
- Filtro 50 Hz;
- Seleção das derivações;
- Valores SpO2;
- Valores PRESSÕES
- Valores temperatura;
- Funcionamento com bateria;
- Válvula escape pressão;
- Ajuste volume BIP;
- Inibição alarme;
- Alarme Bradicardia;
- Alarme Taquicardia;
- Alarme falta elétrodos;
- Alarme SpO2;
- Alarme falta sensor SpO2;
- Alarme PRESSÕES;
- Teste de fugas;
- Alarme temperatura;
- Regulação luminosidade;
- Teste de conformidade elétrica;
- Indicação de componentes substituídos;

Todos estes testes de funcionamento são efetuados com recurso aos respetivos equipamentos de testes que pertencem à classe de ferramenta da categoria 1.

#### 4.1.1.2 Processos de Manutenção Corretiva

Estes equipamentos foram sujeitos a várias intervenções de manutenção de carácter corretivo. Ao longo de todo o estágio, de entre essas intervenções, passo a referir os pontos mais relevantes das mesmas.

A comunicação entre os módulos de paciente destacáveis e o monitor propriamente dito deram origem a problemas em vários equipamentos deste modelo, problemas muitas vezes intermitentes e como tal, difíceis de detetar. A origem destas anomalias não foi sempre a mesma variando desde problemas de contacto na ficha de conexão do módulo ao monitor, passando por quedas violentas que danificavam gravemente a placa principal do módulo, até submersão do módulo em fluidos que provocavam a degradação das pistas, componentes da placa, entre outros.

Além destas causas externas ao funcionamento normal do equipamento, foi também verificada a referida anomalia de comunicação em equipamentos que não apresentavam qualquer vestígio de agressão externa. Dada a frequência da anomalia existiu a tentativa por parte da STB de detetar a origem da mesma, e solicitou, para isso, mais alguma informação junto do fabricante, o que foi cordialmente negado por parte do mesmo. O elevado custo associado à aquisição de novos módulos levou, mesmo assim, ao incentivo na pesquisa da referida anomalia e, portanto, foram elaborados diversos esquemas de funcionamento da placa, o que se revelou uma tarefa bastante complicada pelo facto de a placa em questão ser constituída por várias camadas. Foram levadas a cabo várias medições de sinais com osciloscópio com o intuito de detetar diferenças entre os módulos operacionais e os que apresentam anomalias, mas dado a intermitência das mesmas não foi de todo possível detetar qual o componente que provoca esta deficiência no equipamento. Para uma melhor perceção do conteúdo interno destes módulos expõem-se na Figura 4.3.

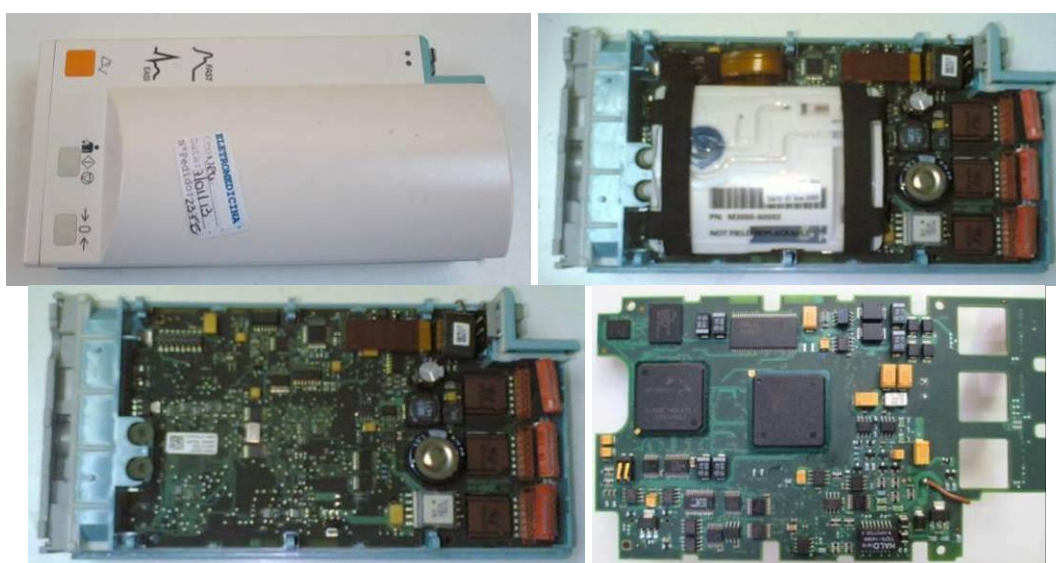


Figura 4.3 – Módulo de paciente do MSV Philips MP20 em reparação.

Finalmente refira-se a observação de anos nos pontos de apoio visíveis na Figura 4.4, devido a quedas diversas e a encaixes deficientes, consequentemente em diversas ocasiões foi necessário proceder à troca da caixa externa do módulo.



Figura 4.4 – Pontos de apoio e encaixe do módulo de paciente do MSV Philips MP20.

Os blocos de bomba responsável pela insuflação da braçadeira TA também tiveram que ser substituídos em algumas ocasiões. Existiram situações em que as braçadeiras de TA foram lavadas e, por entrar água para a parte de dentro do balão de enchimento da braçadeira, quando esta voltou a ser utilizada no monitor a água recuou até à bomba insufladora danificando tanto a própria bomba como as válvulas circundantes.

A referida substituição da bateria era realizada sempre que uma bateria com carga completa, e em funcionamento normal, não suportasse o equipamento durante trinta minutos. Assim sendo, uma das ações mais comuns neste equipamento compreendeu a realização de testes à autonomia da bateria para os fins mencionados.

## 4.2 Manutenção de Ventiladores

### 4.2.1 Ventiladores de Anestesia Datex – ADU

O equipamento escolhido para exemplificar o tema dos ventiladores de anestesia é inequivocamente o Datex- ADU, pelo facto do considerável número de horas de contacto com este e por se revelar um equipamento bastante completo e abrangente, está assim exposto por fotografia na Figura 4.5. De facto, este equipamento, quer devido ao número de unidades existentes, quer devido à sua importância em situações críticas, implicou um número bastante elevado de horas de contacto no decorrer do estágio.



Figura 4.5 – Ventilador Datex ADU do BO do HG.

Este equipamento é um ventilador de anestesia da marca Datex Ohmeda, modelo ADU. Os ventiladores de anestesia iguais ao apresentado na figura 4.5 encontram-se localizados nas diversas salas do bloco operatório (BO) do Hospital Geral, sendo este um dos equipamentos mais complexos em contrato com a STB, e também o que tivemos oportunidade de analisar de forma mais aprofundada ao longo de todo o estágio.

Este equipamento inclui na sua estrutura um ventilador de anestesia e dois monitores de sinais vitais que, embora estejam ambos ligados ao mesmo sistema de aquisição de dados, proporcionam a possibilidade de manter a monitorização do paciente através do outro, em caso de falha inesperada de um dos monitores do equipamento.

Por norma um dos monitores está configurado para apresentar os sinais vitais do paciente em tempo real, o outro as tendências ao longo do caso cirúrgico. Estes monitores incluem também um capnógrafo, sendo através deste módulo que são monitorizados os gases inspirados/expirados pelo paciente.

O capnógrafo deste equipamento, que no caso específico se trata de um Datex-Ohmeda G-AIOV, tem associadas (de forma independente do restante equipamento) as respetivas manutenções, quer corretiva, quer preventiva, sendo esta última realizada semestralmente. Adicionalmente existe também um *kit* anual de substituição de componentes internos deste módulo, sendo este substituído conforme o plano de manutenção. De forma geral a manutenção preventiva de todos os módulos presentes no equipamento e dos monitores de sinais vitais é agendada de forma a coincidir com a do restante equipamento, visto que existe a necessidade de a sala ficar inoperacional durante as intervenções de manutenção. Com o intuito de mostrar os módulos de capnografia presentes nas ADU, na Figura 4.6 são apresentadas imagens desses mesmos módulos.



Figura 4.6 – Capnógrafos G-AIOV e G-AO

Durante o estágio foram levadas a cabo diversas intervenções nestes equipamentos, em todas as salas do BO, desde manutenções preventivas, corretivas, orçamentos de reparações por danos causados devido a má utilização, etc.

#### 4.2.1.1 Manutenção Preventiva dos Ventiladores de Anestesia

O processo de manutenção preventiva é iniciado verificando-se nos registos internos da STB a data para a qual está agendada a substituição de algum *kit* de manutenção, podendo neste caso ser de 1, 3 ou 6 anos.

Para a realização da manutenção deve proceder-se à encomenda dos *kits* necessários para que, na data prevista da manutenção preventiva, seja possível a substituição do respetivo *kit*. A substituição de qualquer um dos *kits* de manutenção presentes na figura 4.7 implica a revisão completa do equipamento após a sua montagem. Estes *kits* são, habitualmente, constituídos por diversos componentes internos, como por exemplo o-rings, vedantes, membranas, tubagens, braçadeiras, filtros, baterias, entre outros.



Figura 4.7 – *Kits* de manutenção do Datex ADU substituídos.

Para este modelo específico de equipamentos existe um procedimento dedicado. De acordo com as indicações do fabricante este equipamento, além do ventilador de anestesia, também integra os monitores de sinais vitais que, embora habitualmente as manutenções fossem realizadas em simultâneo, eram sempre considerados processos distintos, assim para a componente do ventilador de anestesia está prevista a revisão dos seguintes pontos:

- ✓ Preenchimento do cabeçalho da *checklist*, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:
  - Hospital;
  - Número do PI;
  - Marca;
  - Número de série;
  - Número de inventário;
  - Modelo;
  - Serviço;
  - Data da intervenção.
- ✓ Inspeção visual, com especial atenção nos seguintes pontos:
  - Estado geral do chassis;
  - Cassetes do paciente;
  - Seletor de vaporizador;
  - Cabos de alimentação;
  - Mangueiras de gases;
  - Tubo de exaustão de gases;
- ✓ Efetuar os testes funcionais ao equipamento que deve incluir os seguintes pontos:
  - Auto teste inicial (Pré-Use Check);
  - Regulação de gases frescos;
  - Concentração de ar;
  - Concentração de N<sub>2</sub>O;
  - Concentração de O<sub>2</sub>;
  - Concentração de gás anestésico;
  - Níveis de volume;
  - Alarme de volume baixo;
  - Níveis de pressão;
  - Alarme de pressão alta;
  - Respirações por minuto b/min;
  - Sensibilidade do trigger;
  - Regulação de PEEP;
  - Alarme de PEEP;
  - Ventilação volume controlado;
  - Ventilação pressão controlada;
  - Ventilação manual;
- ✓ Teste de conformidade elétrica
- ✓ Indicação de substituição ou não de algum *kit* de manutenção ou qualquer outro componente do equipamento

Todos estes testes de funcionamento são efetuados com recurso aos respetivos equipamentos de testes que pertencem à classe de ferramenta da categoria 1.

Também foram aplicados vários *kits* do módulo de paciente como o mostrado na Figura 4.8 no âmbito das intervenções de manutenção preventiva efetuadas nestes equipamentos.



Figura 4.8 – Módulo de paciente Datex ADU e respetivos *kit* de manutenção e invólucro de cal sodada.

Foi prática recorrente durante o estágio efetuar uma cuidada limpeza e reajustes nas componentes elétricas dos equipamentos médicos. Na Figura 4.9 consta uma imagem de um desses processos levados a cabo nestes equipamentos.



Figura 4.9 – Várias Placas de Circuito Impresso (PCI) do MSV do Datex ADU retiradas para limpeza e verificação.

#### 4.2.1.2 Processos de Manutenção Corretiva

Foram vários os processos de manutenção corretiva a que foram sujeitos estes equipamentos durante o estágio. A anomalia registada mais frequentemente foi a ocorrência de fugas no circuito do paciente ou no bloco do fole. Estas anomalias tiveram as mais diversas origens, de entre elas refira-se:

Erros de compilação de componentes que têm que ser esterilizados periodicamente e, como tal, quer a equipa de enfermagem, quer o corpo de auxiliares, por vezes cometiam erros na montagem dos componentes esterilizados, por exemplo o bloco do fole apresentado na Figura 4.10.



Figura 4.10 – Bloco de Fole do ventilador Datex ADU.

Anomalias nos vedantes, membranas e o’rings que apresentaram pequenas fissuras devido à agressividade dos agentes anestésicos, das esterilizações a temperaturas elevadas e também dada a elevada frequência de funcionamento.

Na Figura 4.11 está apresentada uma fotografia lateral do bloco de apoio do fole no processo de desmontagem.



Figura 4.11 – Módulo do bloco do fole do Datex ADU desmontado.

Traqueias, balões de ventilação manual, entre outros acessórios externos reutilizáveis que apresentavam defeitos de fabrico ou danos causados por má utilização ou manuseamento.

A Figura 4.12 mostra a correta compilação das traqueias e de todas as conexões do módulo de paciente do ventilador de anestesia.



Figura 4.12 – Montagem do módulo de paciente do Datex ADU.

O processo de calibração do capnógrafo implica a utilização de uma garrafa presente na figura 4.13, que contém um composto de gases com determinadas percentagens produzido pelo



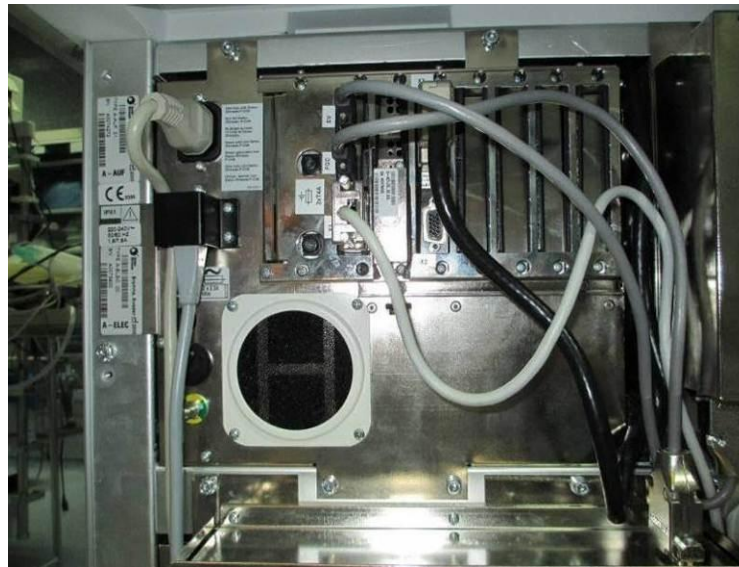


Figura 4.14 – Conexões traseiras entre MSV e ventilador de anestesia do Datex ADU.

Verificou-se igualmente a existência de módulos de paciente dos monitores de sinais vitais expostos na Figura 4.15, danificados por queda, conexão em posições incorretas, insuflação de água na braçadeira de TA, entre outros.



Figura 4.15 – Módulos M-NIBP, M-ESTPR e M-NESTR dos MSV Datex S5.

A existência de danos causados na box de conexão dos módulos de paciente levou à quebra de alguns dos seus apoios. Este facto originou vibrações que, por sua vez, provocaram maus contactos quer nas suas placas internas, quer entre estas e os módulos de paciente.



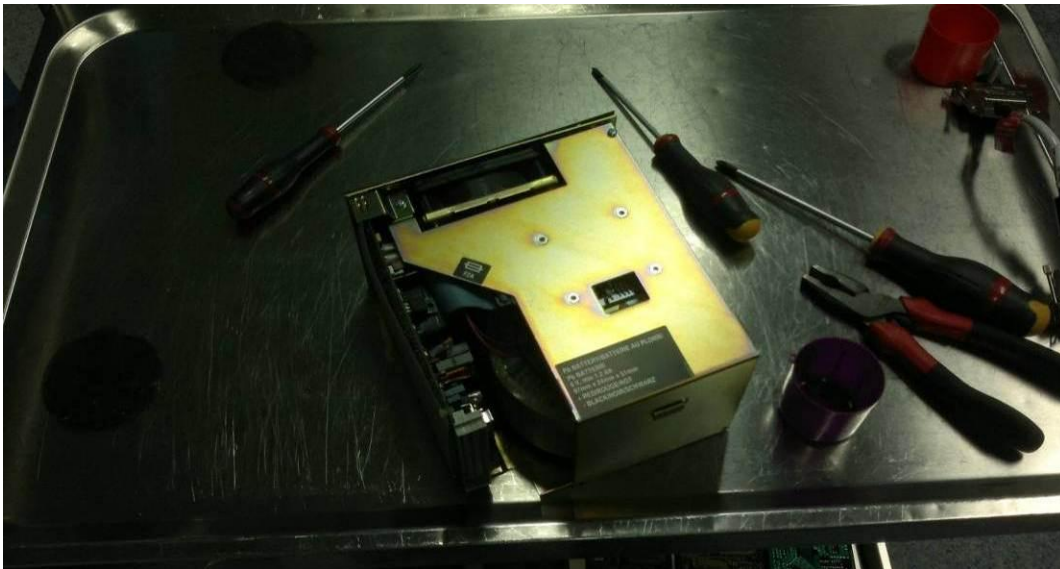


Figura 4.18 – Bloco de fonte de alimentação do MSV do Datex ADU.

#### 4.2.2 Ventilador de Cuidados Intensivos Maquet - Servo 300/300A

Em relação aos ventiladores de cuidados intensivos, o equipamento escolhido para exemplificar as manutenções efetuadas foi o Maquet – Servo 300/300A, apresentado na imagem da Figura 4.19.

Estes ventiladores constituem a maioria dos equipamentos de ventilação utilizados nas unidades de cuidados intensivos do HG. Logicamente, pelas características do serviço onde estão inseridos são equipamentos sujeitos a um elevadíssimo número de horas de trabalho consecutivo, o que origina também um número bastante considerável de intervenções de manutenção tanto preventiva, como corretiva.

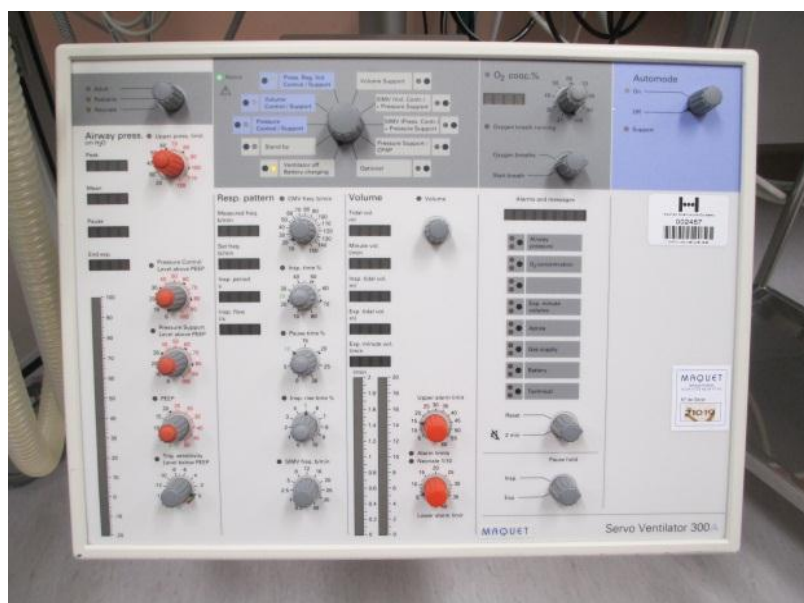


Figura 4.19 – Maquet Servo 300A da UCIP do HG.

Refira-se que os ventiladores médicos desta marca são equipamentos bastante fiáveis, característica fulcral para o serviço onde estão inseridos. Durante o período de estágio foram efetuadas diversas intervenções nestes, sendo a mais comum a manutenção preventiva correspondente às 1000 h de funcionamento. Foram também registadas outras manutenções como a preventiva de 3000 h e diversas corretivas, entre as mais, refira-se, a calibração da célula de O<sub>2</sub>, sendo as restantes causadas por fugas detetadas no circuito de ventilação do equipamento.

Este equipamento, assim como os restantes ventiladores está sujeito a uma obrigação de manutenção preventiva semestral. O caso dos cuidados intensivos, dada a utilização destes equipamentos de forma exaustiva, e que estes incluem na sua constituição um contador de horas, notou-se que os intervalos de manutenção raramente atingem os 6 meses, pois o equipamento efetuava as 1000 h de funcionamento (que corresponde ao intervalo mais curto de manutenção por tempo de funcionamento antes dos 6 meses).

#### 4.2.2.1 Processo de Manutenção Preventiva

O processo de manutenção preventiva de equipamentos em que está prevista a substituição de *kits* de manutenção como os apresentados na Figura 4.20, é algo idêntica independentemente do equipamento em questão. Assim sendo, o primeiro passo na manutenção deste tipo de equipamentos é verificar se existe necessidade de aplicar um novo *kit* e, em caso afirmativo, verificar se este existe em *stock* ou se é necessário proceder à sua encomenda.



Figura 4.20 – *Kits* de manutenção substituídos no Maquet Servo 300.

Tal como nos ventiladores de anestesia que foram referidos no ponto 4.3.1 estes ventiladores de cuidados intensivos também possuem uma determinada gama de procedimentos específicos que passo a referir:

- ✓ Preenchimento do cabeçalho da *checklist*, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:
  - Hospital;
  - Número do PI;
  - Marca;
  - Número de série;
  - Número de inventário;
  - Modelo;
  - Serviço;
  - Tipo de manutenção preventiva (1000 h, 3000 h ou outra);
  - Número de horas do equipamento;
  - Data da manutenção;
- ✓ Inspeção visual, com especial atenção nos seguintes pontos:
  - Estado geral do chassis;
  - Alimentação da rede;
  - Mangueiras de Gases;
  - Pausa Insp & Exp;
  - Display / Switch;
  - Outros dados que se mostrem relevantes;
  - Efetuar os testes funcionais ao equipamento que deve incluir os seguintes pontos:
    - Teste de fugas;
    - Calibração de Pressão;
    - Níveis de pressão;
    - Ativação do trigger;
    - Calibração Volume Minuto;
    - Volume Corrente;
    - Volume Inspirado / Expirado;
    - Respirações por Minuto b/min;
    - Calibração da célula O<sub>2</sub>;
    - Controlo do FIO<sub>2</sub>;
    - Automode;
    - Alarme limite sup. de pressão;
    - Alarme de PEEP;
    - Alarme Sonoro / Visual;
    - Alarme de Apneia;
    - Alarme de O<sub>2</sub>;
    - Inibição dos alarmes;
    - Funcionamento baterias (>30mn);
    - Alarme falha de alimentação gás;
    - Alarme falha de alimentação rede;
    - Teste de conformidade elétrica;
    - Indicação de componentes substituídos.

Todos estes testes de funcionamento são efetuados com recurso aos respetivos equipamentos de testes que pertencem à classe de ferramenta da categoria 1.

Ao abrir a tampa superior do equipamento, como se pode ver na Figura 4.21, consegue-se ter acesso a maioria dos componentes que são necessários substituir nos conjuntos que constituem os *kits* de manutenção.



Figura 4.21 – Maquet Servo 300 durante uma manutenção preventiva.

#### 4.2.2.2 *Processos de Manutenção Corretiva*

No ventilador de cuidados intensivos a que se refere este ponto, a natureza das manutenções corretivas estiveram essencialmente relacionadas com calibrações e correção de fugas, sendo que, ambas ocorreram por diversas vezes. As origens das anomalias ocorreram essencialmente devido a montagem de componentes, visto que estes têm que ser esterilizados periodicamente. Assim, por vezes, a equipa de enfermagem cometia erros na operação de componentes esterilizados, sendo o mais comum a existência de erros na tubagem interna e no apoio do copo de condensados.

Vedantes, membranas, o’rings ou outros componentes que devido à trepidação causada pela movimentação do equipamento saíam do lugar. Todos estes componentes que originaram os problemas descritos estão apresentados na Figura 4.22.

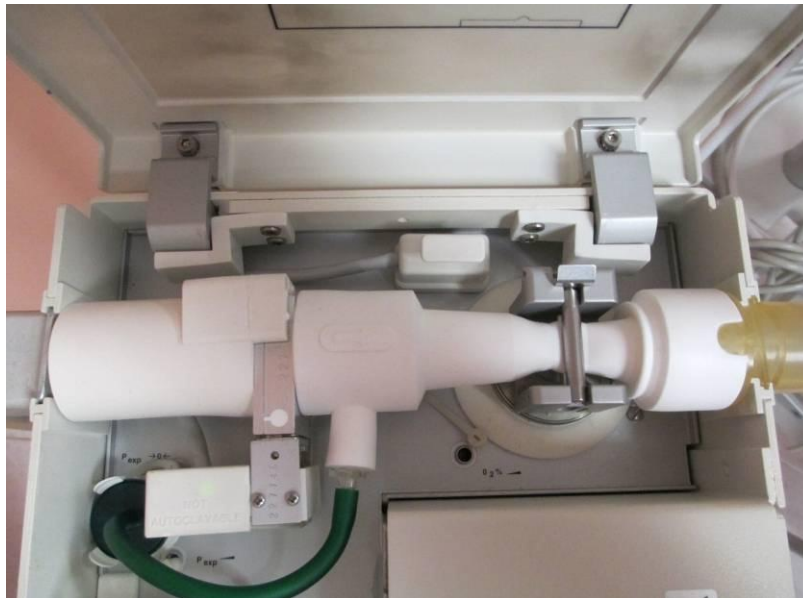


Figura 4.22 – Conexões internas e do sensor de fluxo do Maquet Servo 300.

Problemas de fissuras causadas em componentes, balões de teste ou nas próprias traqueias apresentados na Figura 4.23, que eram sujeitas a esterilizações a temperaturas elevadas e a vários processos de montagem e desmontagem.



Figura 4.23 – Conexões das traqueias de paciente no ventilador e no suporte do copo de condensados e balão de testes de ventiladores.

Outro aspeto importante prende-se com a descalibração do sensor de O<sub>2</sub>, visto que estes equipamentos utilizam uma tecnologia bastante precisa de deteção da percentagem de O<sub>2</sub> ventilada. No entanto o seu sensor é muito sensível, e uma variação mais acentuada da humidade relativa do seu meio envolvente exige a calibração do mesmo. Além disso, o próprio sensor possui uma pilha interna que atribui um nível de tensão nos terminais do sensor conforme a concentração de oxigénio detetada. Assim, à medida que o nível de carga da pilha baixa, o nível de carga do sensor tem de ser novamente calibrado. É de notar que este sensor de O<sub>2</sub>, presente na figura 4.24, também é um consumível deste equipamento, pois quando a pilha deste termina ele tem que ser obrigatoriamente substituído.



Figura 4.24 – Sensor de O2 do Maquet Servo 300.

No que se refere a ações de manutenção corretiva, refira-se a necessidade de reparar quebra da ficha do cabo de conexão do sensor de O2 que se encontra visível na imagem da Figura 4.25. Esta anomalia conduz à substituição do cabo completo, o que implica a desmontagem, a substituição do cabo e montagem de grande parte do equipamento.



Figura 4.25 – Conexões e ficha de ligação do sensor de O2 do Maquet Servo 300.

Finalmente, refira-se o fim do ciclo de vida das baterias do equipamento, que mais uma vez eram substituídas caso a sua autonomia após uma carga completa regista valores inferiores a 30 minutos.

### 4.3 Manutenção de Mesas Operatórias

#### 4.3.1 Mesa Operatória Blancomed Júpiter

Para representar as manutenções neste tipo de equipamentos a opção passou por esta mesa operatória Blancomed Júpiter, justificada pelo facto de ser a mais completa, e a que existe em maior número nos blocos operatórios onde a STB tem contrato de manutenção com este centro hospitalar. Pode-se ter uma vista geral deste equipamento na Figura 4.26.



Figura 4.26 – Mesa operatória Blancomed Júpiter do BO do HG.

Este modelo de mesa cirúrgica é utilizado na maioria das salas do BO do HG, visto que disponibiliza uma grande variedade de movimentos e posições possíveis. Inclui a possibilidade de ser comandada através de um controlo remoto, presente na Figura 4.27, que comunica com esta através de infravermelhos, e é alimentado por uma bateria de 9 V recarregável.



Figura 4.27 – Comando de IR da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Além da possibilidade de ser comandada por controlo remoto, esta mesa operatória pode ainda ser controlada por um painel de comando, ilustrado na Figura 4.28, localizado na coluna principal deste equipamento, eliminando assim eventuais problemas de imobilização por falta de bateria no controlo remoto ou eventual avaria no mesmo.

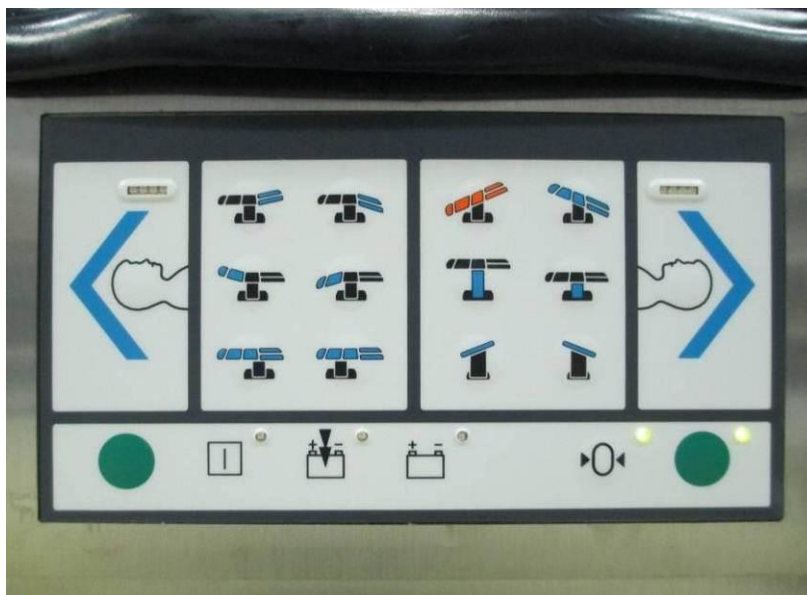


Figura 4.28 – Painel de comando da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Os movimentos desta mesa são efetuados com recurso a motores elétricos acoplados a diversos sistemas mecânicos que assim efetuam os movimentos pretendidos. Estes motores funcionam a corrente contínua e operam a uma tensão de 36 V. Apesar de ser um valor de tensão pouco comum, esta está presente em todo o circuito de potência deste equipamento. Existem, no entanto, circuitos de comando que funcionam com outros valores de tensões.

Na Figura 4.29 pode-se visualizar alguns dos motores descritos e seus mecanismos associados.

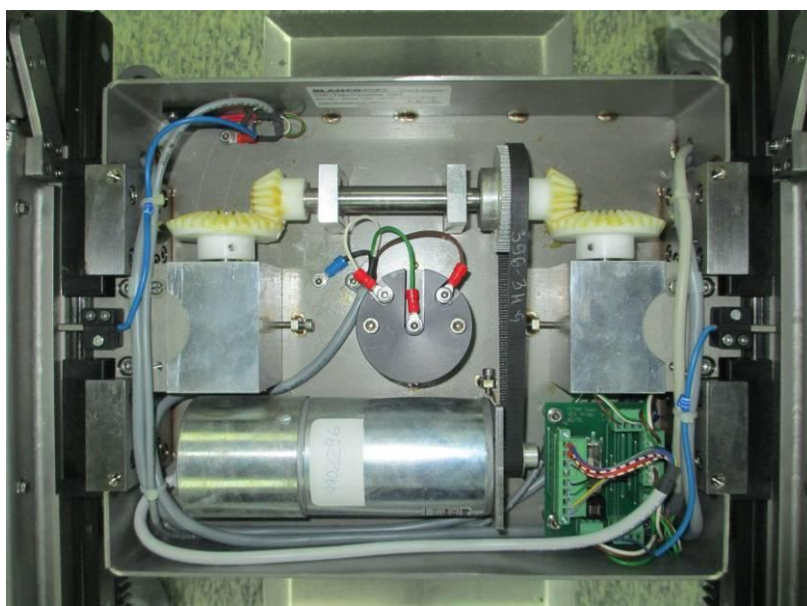


Figura 4.29 – Caixa de motores e mecanismos do tampo da mesa operatória Blancomed Júpiter.

O conjunto mais robusto motor/mecanismo é o de elevação de toda a mesa, este motor e seu mecanismo sem-fim como se pode ver na Figura 4.30.

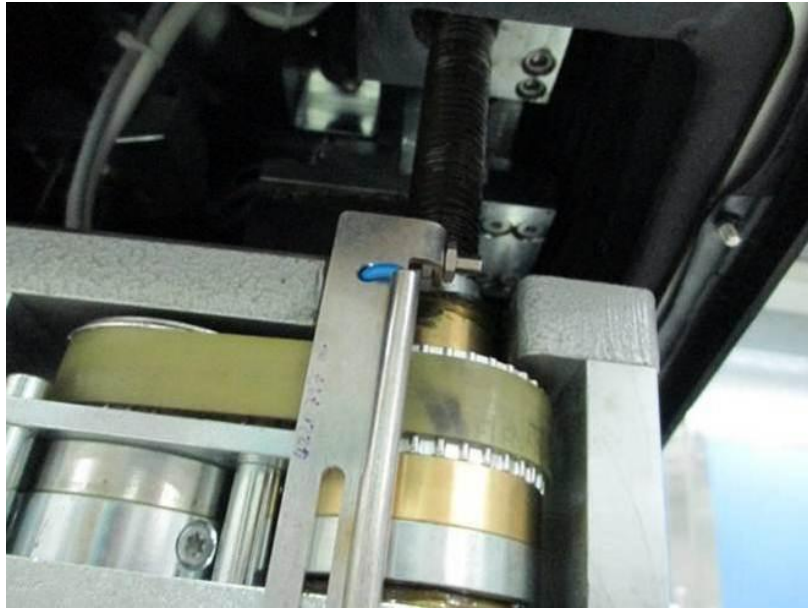


Figura 4.30 – Motor elétrico e mecanismo de elevação da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Este equipamento contém, logicamente, um elevado número de sensores, como se pode ver a título de exemplo na Figura 4.31. Estes sensores têm como função detetar a posição em que a mesa se encontra e estabelecem os limites de movimento para que não existam danos quando qualquer um dos movimentos possíveis é levado ao limite.



Figura 4.31 – Sensores da coluna central da mesa operatória Blancomed Júpiter.

A alimentação desta mesa é também realizada com recurso a baterias, dando assim a possibilidade de eliminar por completo o meio envolvente de cabos durante uma cirurgia. Apresenta para esse efeito um conjunto de 3 baterias de 12 V, representadas na Figura 4.32, ligadas em série que fornecem assim os 36 V necessários ao seu funcionamento.



Figura 4.32 – Baterias da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Verificou-se que o tampo da mesa e a coluna são componentes dissociáveis, de forma que vários tampos podem funcionar na mesma coluna desde que sejam apropriados (de uma dada modelo de uma dada marca). Assim sendo, como um qualquer tampo funciona em qualquer coluna principal para ele indicada, o pessoal médico e de enfermagem do BO optava por transportar os pacientes logo desde a sua entrada no bloco no tampo da mesa operatória onde eles iriam ser sujeitos à cirurgia. Para efetuar o transporte de doentes e tampos existem carros de transporte, que encaixam no tampo da mesa e de uma forma segura desconectam esta da coluna central, coluna esta que está exposta na Figura 4.33. É também possível mover a coluna central com recurso ao tampo e ao carro de transporte, movimentando assim o conjunto completo, bastando para isso seleccionar a opção correspondente a esse efeito no carro de transporte.



Figura 4.33 – Coluna central da mesa operatória Blancomed Júpiter.

#### 4.3.1.1 Processo de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva deste tipo de equipamentos é efetuada, por norma, com intervalos de tempo de 12 meses entre cada manutenção. Visto que o serviço onde estes equipamentos se encontram é delicado, nem sempre existe a possibilidade de os técnicos terem contacto com o equipamento, e sempre que existia oportunidade estes equipamentos eram inspecionados e era verificado o seu estado geral.

Nos processos efetuados de manutenção preventiva a este tipo de equipamentos existia também um padrão de procedimentos a seguir, que compreendem o preenchimento do cabeçalho da *checklist*, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:

- Hospital;
- Número do PI;
- Marca;
- Número de série;
- Número de inventário;
- Modelo;
- Serviço;
- Tipo de manutenção preventiva (6 meses, 1 ano ou outra);
- Data da manutenção;
- Inspeção visual, com especial atenção nos seguintes pontos:
- Estado geral (chassis, fole, etc.);
- Estado da etiqueta de inventário;
- Estado do comando;
- Outros dados que se mostrem relevantes;
- Efetuar as verificações respetivas ao equipamento que deve incluir os seguintes pontos:
- Verificar estanquicidade do sistema;
- Verificar e lubrificar os elementos de guia da coluna;
- Verificar e ajustar os fim-de-curso;
- Verificar movimentos;
- Lubrificar mecanismos da mesa;
- Verificar circuitos hidráulicos;
- Verificar pressão funcionamento;
- Revisão central controlo/comando;
- Verificar consumo do motor;
- Revisão correia segurança coluna;
- Verificar funcionamento do travão;
- Verificar cilindro elevação;
- Revisão mecanismos coluna e mesa;
- Revisão rolamento de bloqueio;
- Limpeza local;
- Verificar reservatório do óleo;
- Verificar alarme sonoro;

- Verificar tensão do transformador;
- Verificar válvula descompressão;
- Verificar cabos e conexões;
- Verificar / Ajustar zeros da mesa;
- Teste de conformidade elétrica;
- Indicação de componentes substituídos.

Todos estes testes de funcionamento são efetuados com recurso aos respetivos equipamentos de testes que pertencem à classe de ferramenta da categoria 1.

#### 4.3.1.2 Processos de Manutenção Corretiva

Os processos de manutenção corretiva registados neste tipo de equipamentos tiveram na sua origem diversos tipos de anomalias em diversos tipos de componentes e periféricos que pertencem a estas mesas. Dadas as movimentações constantes a que estes equipamentos eram sujeitos, ocorreram vários acidentes em que resultaram anomalias nos mesmos, este facto implicou num elevado número de solicitações de reparação por parte do enfermeiro chefe e, conseqüentemente, a elaboração de vários orçamentos de reparação. Desta forma entende-se relevante apresentar aqui os trabalhos mais importantes realizados neste âmbito no decorrer do estágio:

Anomalias relacionadas com o carregador da mesa, que continha, além do típico transformador, uma placa de comando eletrónico, ambos visíveis na Figura 4.34. Esta placa eletrónica efetua a gestão da carga das baterias conforme o nível de carga destas. Essa placa de controlo apresentava alguns componentes danificados, sem causa aparente para que tal acontecesse. Assim, foi efetuada uma análise completa da placa de forma a detetar as anomalias existentes, e procedeu-se à encomenda dos componentes necessários. Estes foram depois substituídos na respetiva placa, que posteriormente foi sujeita a diversos testes sem revelar mais qualquer problema.

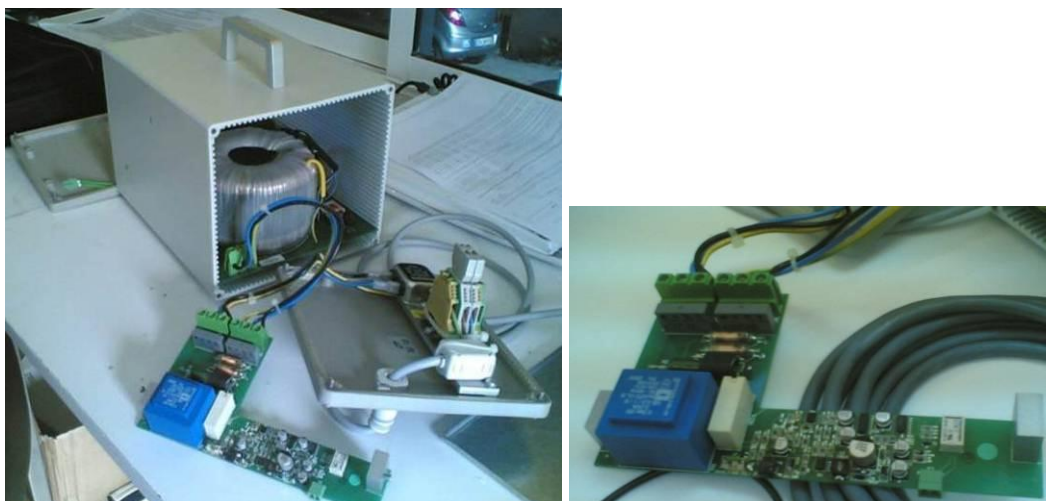


Figura 4.34 – Carregador de baterias da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Os cabos associados a este carregador também foram alvos de várias intervenções. Verificou-se que em alguns deles era viável a sua reparação e noutros a solução passava mesmo pela substituição do cabo onde a anomalia se verificava. Nas situações em que a opção passava pela reparação do cabo foi, por vezes, também necessário substituir a ficha (LEMO) que se pode visualizar na Figura 4.35 e é responsável pela conexão à mesa.



Figura 4.35 – Ficha de conexão do carregador da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Outra anomalia verificada está relacionada com deficiências nas movimentações dos motores responsáveis por posicionar as perneiras. Fez-se então uma análise completa ao circuito, onde se verificou uma deficiência no encaixe da ficha, visível na Figura 4.36, que conecta a alimentação e o comando destes motores. Julga-se que a origem desta anomalia tenha estado na trepidação causada pelos vários transportes efetuados nos tampos das mesas operatórias, onde se encontram estes motores.



Figura 4.36 – PCI de comando do tampo da mesa operatória Blancomed Júpiter.

Devido à autonomia reduzida registada em alguns destes equipamentos, existiu a necessidade de, nesses equipamentos, proceder à substituição das respetivas baterias que se encontravam saturadas.

O encravamento dos tampos das mesas operatórias que provocava o bloqueio da mesma proporcionou das situações talvez mais críticas de manutenção corretiva ao longo do estágio. É sabido que as manutenções do tipo corretivo têm tendência a criar situações complexas dado não estarem previstas e, por vezes, ocorrerem em situações menos oportunas.

A título de exemplo uma mesa operatória do hospital geral bloqueou com um paciente em cima dela, no momento da adaptação à coluna central. Visto o paciente estar imóvel, a solução encontrada passou por tentar por todos os meios corrigir a anomalia no menor tempo possível e com pouca liberdade de ação, dada a posição do paciente. Finalmente conseguiu-se simular a presença do carro de transporte na mesa e a partir daí foi possível desbloquear a mesma.

A causa da anomalia anterior esteve relacionada com danos externos causados no carro de transporte que colocou o tampo naquela coluna central, pelo que essa anomalia foi desde logo retificada, e aproveitou-se o momento para verificar que nenhum dos outros carros de transporte se encontrava com o mesmo dano.

Existiu também a necessidade de substituir algumas das placas almofadadas dos tampos das mesas por estas se encontrarem em más condições, dado que devido à frequência de utilização e à agressividade dos produtos de limpeza e desinfeção a forra das almofadas degrada-se, e chegou mesmo a abrir fissuras em algumas situações.

Foi também necessário reparar alguns dos comandos destes equipamentos, pelo facto de estes sofrerem danos causados por quedas, entre outros acidentes. Assim, foram substituídas algumas caixas externas dos comandos durante o período de estágio. As baterias de alguns deles foram também substituídas devido à autonomia reduzida que apresentavam. O carregador do comando provocou também uma situação de manutenção corretiva devido a uma anomalia no cabo de alimentação do mesmo. Para uma melhor ilustração deste conjunto comando/carregador, estes vêm expostos na Figura 4.37.



Figura 4.37 – Carregador do comando da mesa operatória Blancomed Júpiter.

## 4.4 Manutenção de Ecógrafos

### 4.4.1 Ecógrafo Aloka SSD-1000

O contacto com este tipo de equipamentos não foi tão frequente quanto com os anteriormente descritos. No entanto, dado que se efetuaram algumas intervenções, mais precisamente no ecógrafo do modelo descrito neste ponto, que está representado na Figura 4.38, e dadas as diferenças do ponto de vista tecnológico destes equipamentos, face aos anteriormente apresentados, achou-se pertinente desenvolver neste ponto alguma da informação adquirida nestas intervenções.



Figura 4.38 – Ecógrafo Aloka SSD-1000 do BO do HG.

Acerca deste equipamento podemos referir ainda que este faz parte dos equipamentos disponíveis no BO do HG. Sendo que o ano de fabrico data de 2004, e visto se tratar de um modelo que pertence a uma gama mais simples da marca, este não proporciona todas as ferramentas e capacidades que um modelo mais complexo ou mais recente pode apresentar. Este equipamento apenas é utilizado em situações de urgência. Um exame desta natureza ocorria somente durante uma cirurgia. Como a utilização deste equipamento era pouco frequente a probabilidade da ocorrência de anomalias também era relativamente baixo.

#### 4.4.1.1 Processo de Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva neste tipo de equipamentos realiza-se com intervalos de um ano e não implica a substituição de qualquer *kit* de manutenção. À semelhança dos processos de manutenção preventiva anteriormente apresentados este também segue uma sequência de procedimentos estabelecida pela STB, que são:

- ✓ Preenchimento do cabeçalho da *checklist*, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:
  - Hospital;
  - Número do PI;
  - Marca;
  - Número de série;
  - Número de inventário;
  - Modelo;
  - Serviço;
  - Tipo de manutenção preventiva (6 meses, 1 ano ou outra);
  - Data da manutenção;
- ✓ Inspeção visual, com especial atenção nos seguintes pontos:
  - Estado geral do chassis
  - Estado da impressora;
  - Acessórios;
  - Indicação ligação à rede;
  - Selectores e switches;
  - Outros.
- ✓ Efetuar as verificações respetivas ao equipamento que deve incluir os seguintes pontos:
  - Auto teste inicial (Pré-Use Check);
  - Verificar Sondas;
  - Verificar Teclado;
  - Verificar Monitor(Brightness, Contrast);
  - Verificar Rodas e Travões;
  - Limpeza Interior e Exterior;
  - Outros.

✓ Teste de conformidade elétrica

Todos estes testes de funcionamento são efetuados com recurso aos respetivos equipamentos de testes que pertencem à classe de ferramenta da categoria 1.

4.4.1.2 *Processos de Manutenção Corretiva*

Como já foi referido o pouco contacto existente com este tipo de equipamentos não permitiu o desenvolvimento de um estudo das anomalias frequentes ou da origem das mesmas. No entanto no decurso do estágio efetuou-se uma manutenção corretiva neste equipamento, manutenção esta que teve por base a troca de pilha de memória do equipamento, esta intervenção originou um processo delicado de desmontagem do equipamento e das suas placas eletrónicas. Foi necessário dessoldar a pilha que estava gasta e soldar uma nova com características equivalentes à original, sendo posteriormente montado todo o equipamento novamente e efetuados todos os respetivos testes funcionais.

## 4.5 Manutenção de Equipamentos de Esterilização

Os equipamentos inseridos no serviço de esterilização não foram tão acompanhados e aprofundados quanto os equipamentos de electromedicina. No entanto, dada a importância deste serviço no funcionamento de hospital, achou-se pertinente abordar o tema ainda que de forma abreviada.

O conceito de esterilização (tão utilizada nos materiais hospitalares) é baseada na total exterminação da vida microbiológica neles existente. Assim, entende-se que existe uma diferença substancial entre material limpo e material esterilizado, ou seja o material, ainda que devidamente lavado, só é considerado esterilizado após passar por um processo de esterilização que elimina todas as bactérias, seus esporos, vírus e fungos.

Embora existam vários métodos que se podem considerar de esterilização, os mais utilizados hoje em dia nos hospitais são o calor húmido, através da autoclavagem e, mais recentemente tem surgido, como alternativa pelas suas características distintas da anterior, o método químico efetuado com o autoclave de plasma.

Para se ter uma perceção da relevância da eficácia destes equipamentos na segurança do controlo de bactérias a nível hospitalar, estes estão sujeitos diariamente a um teste bowie-dick que comprova a sua eficiência a nível de eliminação do ar no interior da câmara, e a penetração do vapor nos locais previstos. Como se pode visualizar na Figura 4.39 o referido teste é colocado no interior da câmara e sujeito a um ciclo de esterilização. Assim, os seus compostos químicos, quando atingem os supostos valores de vapor húmido, reagem de forma a alterar a tonalidade do teste comprovando assim que o autoclave está a efetuar devidamente a pretendida esterilização.



Figura 4.39 – Teste Bowie-dick

#### 4.5.1 Autoclave Matachana Serie 1000

Do pouco tempo de contacto que existiu oportunidade com este tipo de equipamentos, a tarefa mais elaborada que foi acompanhada neste âmbito foi a intervenção realizada neste equipamento, visível na Figura 4.40 que faz parte do serviço de esterilização do hospital de Abrantes. Este serviço funciona com recurso a dois autoclaves de calor húmido iguais, colocados lado a lado, e uma autoclave de plasma.



Figura 4.40 – Autoclave Matachana Serie 1000

Na área da manutenção hospitalar esta gama de equipamentos requer sempre uma atenção algo especial, seja pelo seu serviço ser essencial para assegurar o funcionamento nas devidas condições de todo o hospital, seja pela agressividade que as suas condições normais de funcionamento acarretam para os materiais em que estes são construídos. Desta forma está instituído um rigoroso plano de manutenção que indica as devidas verificações e as necessárias substituições.

Ao analisar este equipamento específico, destaca-se brevemente algumas características do mesmo, sendo uma das mais demarcadas para este tipo de equipamentos a localização e disposição do seu gerador de vapor que, como se pode observar na Figura 4.41, se encontra na câmara na horizontal.

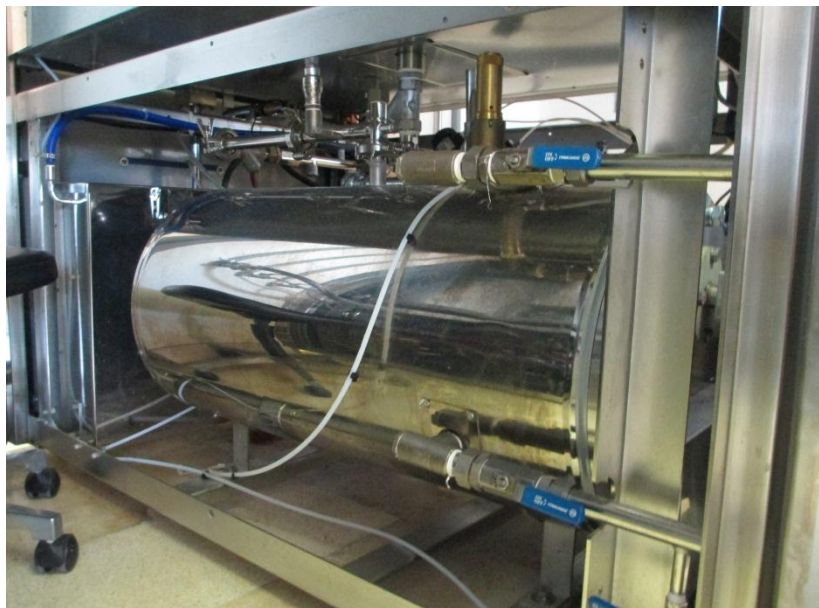


Figura 4.41 – Gerador de Vapor

Verificou-se também que o sistema de vácuo é efetuado com recurso a uma bomba associada à tecnologia do tubo de venturi, parte deste encontra-se visível na Figura 4.42. O sistema demonstra-se bastante eficaz e fiável no enquadramento deste tipo de equipamentos.



Figura 4.42 – Sistema de Vácuo

#### *Processos de manutenção corretiva*

A temperatura externa a que este autoclave se encontra sujeito é algo superior ao desejável, motivado pelo fraco arejamento externo do espaço em que se encontram. Desta forma os seus componentes eletrónicos estão sujeitos a condições de funcionamento que causam a redução do seu período de vida. Efetuamos, neste contexto, a substituição de um termóstato de controlo de temperatura.

#### *Processos de manutenção preventiva*

A manutenção preventiva neste tipo de equipamentos realiza-se com intervalos mensais, devido a ser um equipamento com um desgaste algo agravado. No entanto, está também prevista uma operação de manutenção mais aprofundada com um intervalo semestral. À semelhança dos processos de manutenção preventiva anteriormente apresentados este também segue uma sequência de procedimentos estabelecida pela STB, que são:

- ✓ Preenchimento do cabeçalho da checklist, que indica os seguintes dados referentes a este equipamento:
  - Hospital;
  - Número do PI;
  - Marca;
  - Número de série;
  - Número de inventário;
  - Modelo;
  - Serviço;
  - Tipo de manutenção preventiva (1 mês, 6 meses ou outra);
  - Data da manutenção;
- ✓ Ações implícitas na manutenção preventiva:
  - Limpeza Exterior e Interior;
  - Limpeza do Filtro Entrada de água;
  - Limpeza do Filtro de Esgoto;
  - Lubrificação das Juntas;
  - Limpeza do Filtro Purga da Camisa;
  - Outros.
- ✓ De forma a garantir a uma ação de manutenção de teor qualitativo, mensalmente deve-se efetuar a verificação dos seguintes aspetos:
  - Verificação do Cilindro Pneumático da Porta;
  - Verificação Sistema Pneumático (tubos e acessórios);
  - Verificação do Quadro Elétrico Reaperto Parafusos;
  - Afiinação do Mecanismo de Fecho da Porta;
  - Afiinação do Dispositivo de Segurança da Porta;
  - Verificação Válvulas de Segurança;
  - Disparo Manual e afinação Válvula de Segurança
  - Ensaio funcional
  - Teste de vácuo

- ✓ No mesmo enquadramento, semestralmente deve-se garantir que são efetuadas as seguintes ações:
  - Substituição do Purgador da camisa;
  - Substituição do Purgador da câmara;
  - Substituição do Filtro bacteriológico;
  - Substituição das Sondas de nível;
  - Verificação Válvulas Eletromagnéticas;
  - Verificação Válvulas Pneumáticas;
  - Verificação Bomba de vácuo;

## 4.6 Sumários e Conclusões do Capítulo

O objetivo deste capítulo passou em parte por descrever um conjunto de ações de manutenção e decisões efetuadas no decurso do estágio. Estas ações permitiram aprender algo novo e cimentar os conhecimentos adquiridos durante toda a formação. De facto, apesar de este capítulo não ser dos mais evoluídos em teor científico, julgo ter conseguido transmitir de forma clara as dificuldades, procedimentos e conhecimentos apreendidos neste estágio, algo que na realidade tenho como sendo uma enorme mais-valia na formação profissional de qualquer pessoa, que julgo ser o pretendido quando procuramos avançar numa área de estudos como esta.

Considero que os bons profissionais das áreas técnicas, seja qual for o cargo ou função que ocupem ou desempenhem, têm que acompanhar e desenvolver todo o tipo de trabalhos relacionados com a sua função. Foram precisamente estas ações que se tentou descrever nesta secção.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se antes de iniciar este estágio eu estava convicto de que o caminho da aprendizagem prática, enquadrada num contexto real, é o que se traduz em resultados mais objetivos e o que proporciona uma melhor preparação para a vida laboral. Neste momento estou em condições de garantir que, além de comprovar que a minha convicção estava correta, esta possibilidade permitiu uma evolução que deu origem à reunião das condições necessárias a que a minha experiência profissional estivesse de acordo com o pretendido no exigente mercado de trabalho atual.

Em termos de enriquecimento técnico, baseado nos relatos efetuados no capítulo 2, 3 e 4, tive sempre uma base fundamentada nas pesquisas constantes conforme as necessidades que foram surgindo no decorrer deste estágio, assim como o precioso acompanhamento dos técnicos responsáveis que, com a experiência demonstrada em cada caso, sempre foram uma ótima fonte de conhecimentos.

- A organização e planeamento do estágio complementaram várias tarefas que se presumiram, na altura, que possibilitavam a valorização do conteúdo deste estágio, entre outros;
- Reparação de equipamentos;
- Gestão e elaboração dos planos de manutenção;
- Organização dos planos de trabalho diários;
- Manutenções preventivas.

Além destes pontos já mencionados e que foram inicialmente previstos no decorrer do estágio, foram levadas a cabo, no âmbito do estágio, muitas outras tarefas que proporcionaram experiências enriquecedoras do ponto de vista profissional. Entre estas podem-se destacar:

- Pesquisa sobre informação relacionada com equipamentos em contrato, assim como os respetivos manuais de serviço tão necessários à correta elaboração das manutenções dos equipamentos;
- Elaboração de orçamentos de reparação e manutenção de equipamentos.

Em título de resumo final deste estágio há que destacar que a aprendizagem desenvolvida num âmbito real em que temos presentes as características do mundo laboral é, sem dúvida, a forma mais objetiva de atingir a formação necessária para desempenhar as funções que se encaixam no perfil de formação para o qual estou habilitado.

## 5.1 Propostas de Melhoria e Trabalho Futuro

No âmbito deste estágio e ao acompanhar atentamente as formas de funcionamento entre a STB e o CHUC, notei alguns pontos que julgo ser possível melhorar para benefício de todos os envolvidos. Quero desde já deixar bem claro que este ponto do relatório não se trata de forma alguma de uma crítica, mas sim de uma possível sugestão com o intuito de contribuir com o que está ao meu alcance com STB e CHUC. Passo assim a citar e explicar o meu ponto de vista sobre alguns desses temas:

- ✓ A atualização do inventário do CHUC por parte dos responsáveis de manutenção. O GHAF é, de facto, uma ferramenta que presta um apoio indispensável ao funcionamento dos serviços de manutenção neste centro hospitalar. Contudo este apresenta diversas falhas, a maioria delas causadas por erros de inventário dos equipamentos. Ao desempenhar trabalhos de manutenção, a equipa da STB detetou vários desses erros que nunca houve possibilidade de corrigir na base de dados do GHAF, pois não existia qualquer acesso a comunicar essas lacunas que eram detetadas a quem controla essa base de dados.

Este problema traz diversas dificuldades à STB pois muitas vezes quando recebe o pedido de manutenção não sabe o equipamento que vai encontrar no serviço. logo não tem como preparar devidamente essa manutenção, o que por vezes levou a que o equipamento permanecesse mais tempo indisponível do que seria necessário se este problema de inventário pudesse ir sendo corrigido.

- ✓ Em situações de manutenção corretiva que, no âmbito normal, é solicitada à STB via GHAF, uma dificuldade frequentemente verificada foi a falta de informação transmitida pelo enfermeiro chefe do serviço que solicita a intervenção. Por vezes estas falhas deviam-se ao problema de inventário já identificado, outras vezes por falta de comunicação entre os enfermeiros do serviço, ou por pouca exposição da anomalia do equipamento. Julgo que uma possível solução ou atenuação deste problema em particular passa pela inclusão de alguns parâmetros aquando da elaboração do pedido de reparação por parte do enfermeiro chefe, como a pessoa que detetou a anomalia, a data e hora aproximada em que esta foi detetada, o problema verificado e o local onde se encontra o equipamento em causa.
- ✓ Dada a importância da manutenção nos equipamentos desta natureza, penso que fosse pertinente a elaboração de uma base de dados com toda a informação para que fossem devidamente agendadas as manutenções preventivas necessárias aos equipamentos em contrato. Assim, seria possível toda uma melhor organização de recursos dentro da empresa e, até por exemplo, ajustar de melhor forma o *stock* de *kits* de manutenção necessários para cada altura do ano.

- ✓ A STB trabalha num espaço cedido pelo CHUC que tem boas condições de trabalho. Contudo a inexistência dos gases necessários para fazer os testes aos ventiladores revelou-se problemática porque, assim apenas é possível desempenhar as manutenções nos serviços. Esse motivo limita em muito a capacidade de trabalho da STB pois, principalmente no meio hospitalar em que se trata um bem tão precioso como é a saúde, o mais comum é apenas existir espaço para os técnicos trabalharem nos serviços nas pausas programadas (férias e pontes) dos mesmos, o que raramente coincidiu com a disponibilidade dos técnicos irem ao local fazer essa mesma manutenção. Com a crescente escassez de equipamentos, esta tendência tende a agravar-se.



## 6 REFERÊNCIAS

Fontes Impressas:

- [1] Nameche, Jérôme (2011), “*Development of a portable PV-fed signal acquisition and processing and an application to human heart sound-based diagnosis*”, Projeto para a obtenção do grau de mestre em automação e comunicação em sistemas de energia. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- [2] Matos, Inês; Correia, Sandra (2010), “*Look4MyBody*”. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- [3] Belo Gordo, Eduardo (2010), “*Manutenção e gestão de instalações. Bloco central dos H.U.C.*”. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- [4] Martins Formiga, Andreia; Servo Caetano, Maria Inês (2012), “*Pulse Alert: Pulseira de detecção e alerta remoto de falhas cardíacas*”, Relatório do projecto final de curso. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.
- [5] s.a. (2006), *Medical Devices and Systems*. Boca Raton: Taylor & Francis Group
- [6] s.a. (2010), *Medical Instrumentation*. Nova Iorque: John G. Webster.
- [7] Alves Teixeira, Mariana Filipa (2013), “*Manutenções Preventivas no Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa*”. Bragança: Escola Superior de Tecnologia e de Gestão.
- [8] Brito, Mário (2003), “*Manutenção*”. Leça da Palmeira: Eurisko - Estudos, Projectos e Consultadoria, S.A.
- [9] Standard, European (2007), “*Terminologia da Manutenção - Versão Portuguesa*”. NP EN 13306 : s.n.
- [10] Santos, M. J. M. Ferreira dos (2009), “*Gestão de Manutenção do Equipamento.*” Porto : s.n.
- [11] Sampaio, C. (2003), “*Introdução à Manutenção Industrial,*” p. 7.
- [12] Faria, C. (1999), “*Gestão de Manutenção de Instalação e Equipamentos Hospitalares,*” Dissertação de Mestrado à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- [13] Cuignet, Renaud (2006), “*Gestão da Manutenção*” . s.l. : Edições Técnicas.
- [14] Gonçalves de Oliveira, Pedro (2013), “*MANUAL DA QUALIDADE STB - Serviços Telemáticos e Biomédicos Lda*”.
- [15] Diário da República, 1.ª série — N.º 115 — 17 de Junho de 2009, Decreto-Lei nº 145/2009 de 17 de Junho.

- [16] Castellari, S. (2009) “*Segurança elétrica em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS)*,” Atitude.Editorial.
- [17] Backes, J. (2007), “*Comparing IEC 62353 with IEC 60601 for Electromechanical Testing*”.
- [18] Metron QA-45 User & Service Manual QA-45 Defibrillator and Transcutaneous Pacemaker Analyzer, Copyright 2001 by METRON, Outubro de 2013.
- [19] DNI NEVADA Model402A Electrosurgical Analyzer Operating Manual, 1998 DNI Nevada, Inc. 2000 Arrowhead Drive, Carson City, NV • U.S.A. • 89706-0403, Outubro de 2013
- [20] Hall, John E. (2011), “*Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*”. Philadelphia: Saunders Elsevier.
- [21] Miller, Ronald D. *et al* (2010), “*Miller’s Anesthesia*”. Philadelphia: Churchill Livingstone.
- [22] Fauci, Anthony S. *et al* (2011), “*Harrison’s Principles of Internal Medicine*”. United States of America: McGraw Hill Medical.
- [23] Schutz, Sandra L. (2001), “*Oxygen Saturation Monitoring by Pulse Oximetry*”. AACN Procedure manual for Critical Care.
- [24] Berbari, E. J. (2000), “*Principles of Electrocardiography*”, in *idem*, *The Biomedical Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- [25] Paulsen, A. W. (2000), “*Essentials of Anesthesia Delivery*”, in *idem*, *The Biomedical Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press LLC.

Fontes eletrónicas:

[1i] Pesquisa online em Agosto de 2013, disponível nos links:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Press%C3%A3o\\_arterial](http://pt.wikipedia.org/wiki/Press%C3%A3o_arterial)

[http://www.bial.com/imagem/Caderno%20saude\\_Hipertensao%20arterial\\_V2.pdf](http://www.bial.com/imagem/Caderno%20saude_Hipertensao%20arterial_V2.pdf)

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Esfigmoman%C3%B4metro>

[http://web.ist.utl.pt/ist155746/relatorio\\_ias.pdf](http://web.ist.utl.pt/ist155746/relatorio_ias.pdf)

[2i] Pesquisa online em Agosto de 2013 disponível nos links:  
[http://neu.saude.sc.gov.br/arquivos/realizacao\\_e\\_interpretacao\\_do\\_ecg\\_no\\_pre\\_hospitalar.pdf](http://neu.saude.sc.gov.br/arquivos/realizacao_e_interpretacao_do_ecg_no_pre_hospitalar.pdf)

<http://www.octopus.furg.br/ensino/Teoria/circulacao/coracao.htm>

<http://ecgepm.com/2012/01/>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Willem\\_Einthoven](http://en.wikipedia.org/wiki/Willem_Einthoven)

<http://en.wikipedia.org/wiki/ECG>

<http://www.eastshoremedical.com/home.php?cat=316>

[http://gerenciame1.dominiotemporario.com/doc/323SIO\\_DE\\_ELETRO\\_PARTE\\_3\\_\[Modo\\_d\\_e\\_Compatibilidade\)\].pdf](http://gerenciame1.dominiotemporario.com/doc/323SIO_DE_ELETRO_PARTE_3_[Modo_d_e_Compatibilidade)].pdf)

[3i] Pesquisa online em Agosto de 2013, disponível nos links:

<http://terapiadomovimento.blogspot.pt/2010/06/oximetria-de-pulso-e-algumas-condicoes.html>

[http://run.unl.pt/bitstream/10362/10230/1/Carvalho\\_2012.pdf](http://run.unl.pt/bitstream/10362/10230/1/Carvalho_2012.pdf)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygenation\\_\(medicine\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Oxygenation_(medicine))

<http://www.medicaexpo.com/prod/sentec-ag/spo2-tcpco2-sensors-69980-490066.html>

<http://www.siimedsz.com/sdp/1281947/4/pd-5646531/7420990.html>

[4i] Pesquisa online em Agosto de 2013, disponível nos links:

<http://www.spanesthesiologia.pt/wp-content/uploads/2008/11/14-4-artigo3.pdf>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Capn%C3%B3grafo>

<http://www.lumikit.com.br/luiss/Capnografia.pdf>

[5i] Pesquisa online em Agosto de 2013, disponível nos links:

<http://www.infoescola.com/fisiologia/temperatura-corporal/>

<http://pt.wikipedia.org/wiki/Termorregula%C3%A7%C3%A3o>

<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/55357/2/DianaOliveiraMEDS.pdf>

[http://users.isr.ist.utl.pt/~jmrs/teaching/orientations/2007\\_8/BrunoPereira/2008\\_TempCentral\\_2008.06.19.pdf](http://users.isr.ist.utl.pt/~jmrs/teaching/orientations/2007_8/BrunoPereira/2008_TempCentral_2008.06.19.pdf)

[6i] Pesquisa online em Abril de 2013, disponível no link::

[https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2115/3/Bruno\\_Magalh%C3%A3es\\_MTB\\_2011.pdf](https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/2115/3/Bruno_Magalh%C3%A3es_MTB_2011.pdf)

[7i] Pesquisa online em Agosto de 2013 disponível no link::

<http://www.afnor.org/metiers/normalisation/le-development-de-normes>

[8i] Pesquisa online em Setembro 2013, disponível no link:

<http://pt.wikipedia.org/wiki/5s>

[9i] Pesquisa online em Setembro de 2013, disponível nos links:

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Manuten%C3%A7%C3%A3o\\_preventiva](http://pt.wikipedia.org/wiki/Manuten%C3%A7%C3%A3o_preventiva)

<http://qualidadeonline.wordpress.com/2010/03/08/manutencao-preditiva-acompanhando-as-condicoes-dos-equipamentos/>

[10i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

[http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/PERGUNTAS\\_FREQUENTES/DM](http://www.infarmed.pt/portal/page/portal/INFARMED/PERGUNTAS_FREQUENTES/DM)

[11i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

[http://www.chporto.pt/pdf/downloads/Dispositivos\\_Medicos-Infarmed\\_e\\_a\\_legislacao\\_Dra\\_Judite\\_Neves.pdf](http://www.chporto.pt/pdf/downloads/Dispositivos_Medicos-Infarmed_e_a_legislacao_Dra_Judite_Neves.pdf)

[12i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

[http://comum.rcaap.pt/bitstream/123456789/3923/1/TrabalhoJoseFreixinho\\_PCunha.pdf](http://comum.rcaap.pt/bitstream/123456789/3923/1/TrabalhoJoseFreixinho_PCunha.pdf)

[13i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

<http://cooperation.no.comunidades.net/index.php?pagina=1056664078>

[14i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

[http://repositorio.toolingportugal.com/Apresentaes/Saude/WkS-DiMarkets\\_Estudo%20Sa%C3%BAde%20PIEP\\_ET\\_Jan2011.pdf](http://repositorio.toolingportugal.com/Apresentaes/Saude/WkS-DiMarkets_Estudo%20Sa%C3%BAde%20PIEP_ET_Jan2011.pdf)

[http://www.sd-innovation.fr/brochures/SDi\\_mobi+\\_fr.pdf](http://www.sd-innovation.fr/brochures/SDi_mobi+_fr.pdf)

[15i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

<http://pt.flukebiomedical.com/biomedical/usen/Gas-Flow-Analyzers/VT-MOBILE.htm?PID=56858>

[16i] Pesquisa online em Outubro de 2013, disponível no link:

[http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/fetch/586262/586457/Understanding\\_Pulse\\_Oximetry.pdf%3Fnodeid%3D586458%26vernum%3D2](http://incenter.medical.philips.com/doclib/enc/fetch/586262/586457/Understanding_Pulse_Oximetry.pdf%3Fnodeid%3D586458%26vernum%3D2)

## ANEXO

Equipamentos incluídos no contrato de manutenção entre a STB e o CHUC			
Quantidade	Tipo	Marca	Modelo
1	Auscultador fetal	HADECO	ES-102S
2	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE FX
7	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE EZ
1	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCE30
2	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	FORCEEZ8
1	Bisturi eléctrico	VALLEYLAB	LIGASURE
2	Bisturi eléctrico	BIRTCHEER	4400
1	Bisturi eléctrico	BIRTCHEER	4400 POWER PLUS
8	Braço bloco operatório	DRAGER	PENDENTE INCARPORT 1267
8	Candeeiro cirúrgico	MAQUET	HANALUX 3000
2	Cardiotocografo	HP	M1351 A 50 A
20	Coluna uci	KREUSER	INCARE PORT 1267
1	Desfibrilhador	METRAX	PRIMEDIC DEFI-B
1	Desfibrilhador	METRAX	PRIMEDIC DEFIMONITOR XD
2	Desfibrilhador	S&W	MC+
1	Desfibrilhador	HP	CODEMASTER XL
1	Desfibrilhador	AGILENT	HEARTSTREAM XL
1	Desfibrilhador	ZOLL	M-SERIES
1	Ecógrafo	ALOKA	SSD-1000
1	Ecógrafo	ALOKA	SSD-5500
2	Electrocardiógrafo	SCHILLER	AT 1
5	Equipa estomatologia	OMS STAFF	ARCADIA LINEAE 92
1	Estação central	DRAEGER	INFINITY CENTRAL STATION
1	Fonte de luz fria	DYONICS	XENON XL LS
1	Garrote pneumático	VMB-TOURNIQUET	2X500 ELC
1	Garrote pneumático	VMB-TOURNIQUET	4500 ELC
2	Mesa operatória	MAQUET	BETASTAR
8	Mesa operatória	BLANCOMED	JUPITER
3	Mesa operatória	TRUMPF	SATURN
1	Microscópio	ZEISS	S8
8	Monitor sinais vitais	SIEMENS	SC 9000 XL
8	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 (ADU)
9	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 RECOBRO
3	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 F-FM
3	Monitor sinais vitais	DATEX OHMEDA	S/5 LIGHT
8	Monitor sinais vitais	DRAGER	INFINITY GAMMA XLNI, PT
89	Monitor sinais vitais	PHILIPS	MP20

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

**Tabelas descritivas da maioria dos equipamentos analisados**

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



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



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



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



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



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



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



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



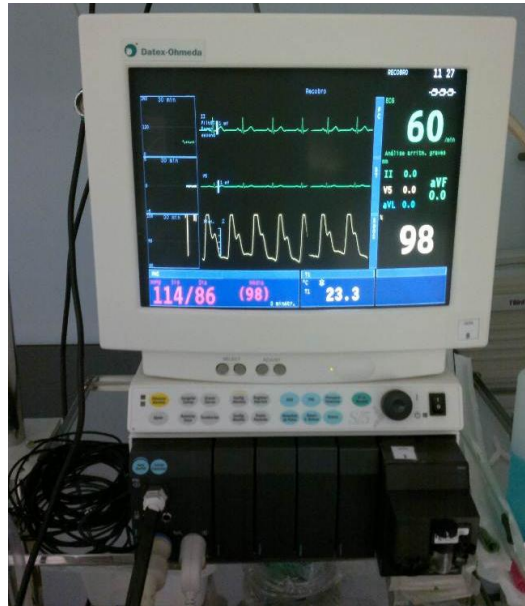
Marca:	Dräger
Modelo:	Oxilog 1000
Localização:	Hospital Geral – Hemodinâmica
Intervalo de manutenção preventiva	6 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 6 meses.



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



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



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



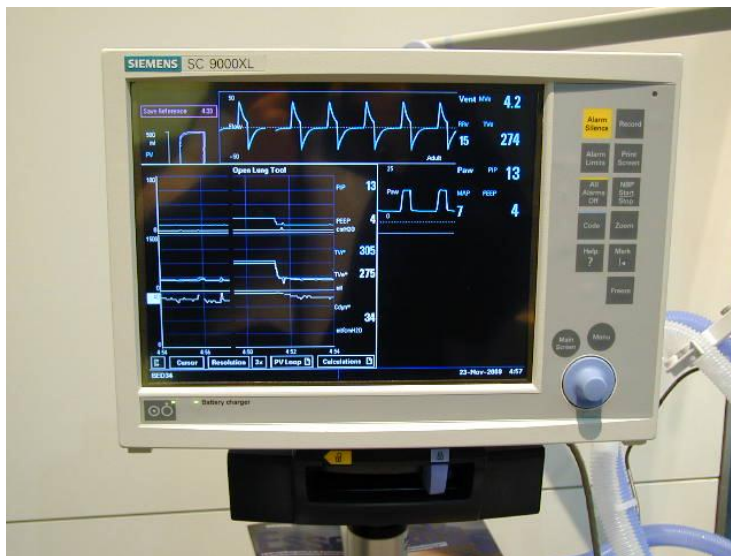
Marca:	Dräger
Modelo:	Infinity Delta
Localização:	Hospital Geral – UCIC; Hemodinâmica.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Preventiva: 12 meses.



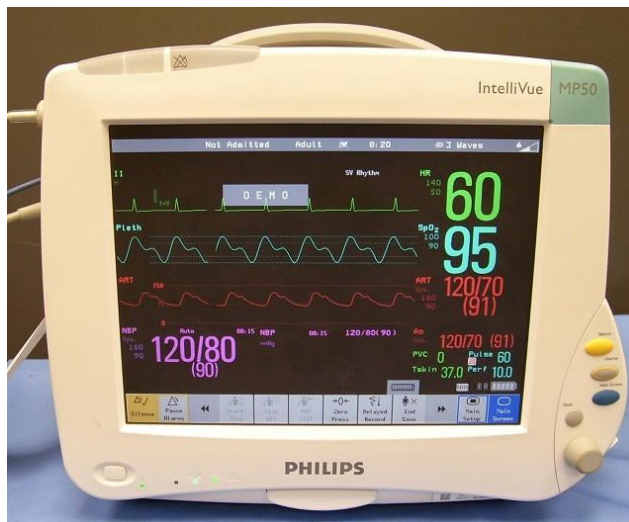
Marca:	Dräger
Modelo:	Infinity Gamma
Localização:	Maternidade Bissaya Barreto – UCIN.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Substituição do balastro de iluminação do ecrã, verificação de conexões internas. Manutenção Preventiva: 12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



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



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



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



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



Marca:	Valleylab
Modelo:	Force FX
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correcção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Valleylab
Modelo:	Force EZ
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correcção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Valleylab
Modelo:	Ligasure
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correcção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 12 meses.



Marca:	Birtcher
Modelo:	4400 POWER PLUS
Localização:	Hospital Geral – Bloco Operatório.
Intervalo de manutenção preventiva	12 Meses
Intervenções registadas durante o estágio	Manutenção Corretiva: Verificação e correção de conexões interna. Manutenção Preventiva: 12 meses.



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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



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

