

Manutenção Hospitalar em Eletromedicina

- Estágio na ATM-Hospital CUF Descobertas

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

Autor

Alfredo Rafael Carrão Ribeiro

Orientadores

Fernando José Pimentel Lopes

Marco José da Silva

Professores do Departamento de Engenharia Eletrotécnica

Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Engenheiro João Marques

ATM-Manutenção Total

Coimbra, outubro, 2019

AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma etapa da minha vida académica, ao longo destes meses de estágio gostaria de começar por agradecer às pessoas que me ajudaram e acompanharam nesta fase e que de uma maneira ou de outra marcaram não só o meu percurso académico, mas também o começo da minha vida profissional.

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais e a toda a minha família pelo apoio, encorajamento e preocupação pelo meu bem-estar, nesta que era uma nova cidade, e uma nova realidade para mim.

À minha namorada, por toda a paciência, ajuda e carinho com que passou esta fase toda ao meu lado.

Aos meus amigos por todo o apoio sempre disponível quando necessário.

Gostaria também de endereçar os meus agradecimentos aos meus Orientadores de Estágio do ISEC por toda a ajuda, disponibilidade e acompanhamento, ao Doutor Fernando Lopes e Mestre Marco Silva.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, por me ter facultado a oportunidade de estagiar na empresa ATM-Manutenção Total e por me ter proporcionado ao longo destes 5 anos todo o conhecimento necessário para me formar nesta área.

À empresa ATM-Manutenção Total por me ter aceitado como estagiário e me ter facultado todas as condições para a realização do estágio.

Ao Engenheiro Carlos Teixeira por todo o seu apoio e ensinamentos, ao meu Supervisor Engenheiro João Marques, ao Engenheiro Fernando Duarte, ao Técnico Pedro Grãos, e não menos importante, à restante equipa dos vários sectores da manutenção que sempre me apoiaram e me receberam de braços abertos.

RESUMO

Neste relatório é descrito um Estágio Curricular no âmbito do Mestrado em Instrumentação Biomédica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), na área da manutenção hospitalar em eletromedicina, realizado na empresa ATM-Manutenção Total, entre janeiro e junho de 2019, no Hospital CUF Descobertas em Lisboa.

Um hospital só pode oferecer um bom desempenho se os equipamentos utilizados nas várias atividades realizadas se encontrarem em perfeito estado de funcionamento. Um hospital ou clínica precisa de uma equipa de médicos e enfermeiros eficiente e qualificada. Porém, se a equipa não tiver o suporte de equipamentos de qualidade e em bom estado de funcionamento, todo o trabalho a ser realizado pode ser comprometido, sendo da maior importância a manutenção do equipamento hospitalar.

Não basta realizar uma manutenção do equipamento, de forma corretiva, apenas quando este avaria ou tem um funcionamento deficiente. A necessidade de uma procura ativa de segurança obriga a que não se corram riscos desnecessários. Afinal, se um equipamento falha, pode ter consequências no tratamento de um paciente podendo colocar a sua vida em risco. A manutenção preventiva tem um compromisso com a segurança, a fiabilidade e o bom funcionamento dos equipamentos hospitalares.

No decorrer do estágio, para além de atividades de manutenção preventiva e corretiva, foram também realizadas atividades relacionadas com a gestão do inventário hospitalar, processos administrativos de aquisição de componentes e pedidos de orçamentação.

Neste relatório é feito um enquadramento tecnológico dos principais tipos de equipamentos estudados e objeto de manutenção durante o estágio. Os principais equipamentos intervencionados tanto em manutenção preventiva como corretiva foram equipamentos cirúrgicos, sistemas de imagem funcional intraoperatória, ventiladores, bombas e seringas de infusão volumétrica, equipamentos de monitorização, equipamentos de esterilização, máquinas de lavar endoscópios e colonoscópios, ecógrafos, equipamentos de oftalmologia, desfibriladores e acessórios inerentes ao funcionamento destes equipamentos.

Todo o trabalho foi realizado em ambiente hospitalar, pelo que foi muito gratificante quer a nível académico e profissional quer a nível pessoal, ter tido a oportunidade de interagir diretamente com a Classe Médica, Enfermeiros, Técnicos e vários Engenheiros representantes de marcas internacionais de equipamento hospitalar.

No decorrer do estágio existiu liberdade para o estudo e realização supervisionada das várias ações de manutenção e outras tarefas integradas na organização interna global do hospital, incluindo várias reparações, permitindo assim crescer a nível profissional com autoconfiança e a correspondente preparação para a vida profissional futura.

Palavras-Chave: Instrumentação biomédica; Manutenção hospitalar; Eletromedicina; Manutenção corretiva; Manutenção preventiva.

ABSTRACT

This report describes an Internship in the scope of the Master's Degree in Biomedical Instrumentation at the Coimbra Institute of Engineering (ISEC), in the area of hospital maintenance in electromedicine, carried out in the company ATM-Total Maintenance, between January and June 2019, at the CUF Descobertas Hospital in Lisbon.

A hospital can only present a good performance if the equipment used in its activities is in perfect working order. A hospital or clinic needs an efficient and qualified team of doctors and nurses. However, if the team is not supported by quality equipment and in good working order, all work may be compromised, and thus, the maintenance of hospital equipment is of utmost importance.

Corrective maintenance of the equipment is not sufficient only when the equipment is malfunctioning or not performing as expected. The need for an active search for safety requires that unnecessary risks are avoided. After all, if a piece of equipment fails, it can have consequences on treating a patient and could endanger his or her life. Preventive maintenance is committed to the safety, reliability and proper functioning of hospital equipment.

During the internship, in addition to preventive and corrective maintenance activities, activities related to hospital inventory management, administrative component acquisition processes and budget and quotation requests were also carried out.

This report presents a technological framework of the main types of equipment studied and subjected to maintenance actions during the internship. The main interventions, both in preventive and corrective maintenance, were: surgical equipment, intraoperative functional imaging systems, ventilators, volumetric infusion pumps and syringes, monitoring equipment, sterilization equipment, endoscope and colonoscope washing machines, ultrasound equipment, ophthalmic, defibrillators and accessories inherent to the operation of these devices.

All the internship work was performed in a hospital environment, so it was very rewarding, not only academically and professionally but also personally, to have had the opportunity to interact directly with the medical team, nurses, technicians and various engineers representing international equipment brands.

During the internship there was due freedom to study and perform the various supervised maintenance actions and other tasks integrated in the overall internal organization of the hospital, including various repairs, thus allowing to grow professionally with confidence and the corresponding preparation for future professional life.

Keywords: Biomedical instrumentation; Hospital maintenance; Electromedicine; Corrective maintenance; Preventive maintenance.

Nota de redação

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

Disclaimer

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

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	vi
ABREVIATURAS	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Estrutura do relatório	3
2 Enquadramento do Estágio	5
2.1 Empresa de Acolhimento	5
2.2 Instalações da empresa ATM.....	6
2.2.1 Instalações da ATM no Hospital CUF Descobertas	6
2.3 Principais Atividades da ATM.....	8
2.4 Mercado da empresa ATM	9
2.5 Funcionamento da ATM no Hospital CUF Descobertas	10
3 Manutenção	11
3.1 Enquadramento teórico	11
3.2 Tipos de Manutenção	12
3.2.1 Manutenção Preventiva.....	12
3.2.2 Manutenção Corretiva.....	12
3.2.3 Manutenção Preditiva	12
3.3 Ciclo de vida de um equipamento.....	14
3.4 Normas de manutenção e segurança elétrica	15
3.4.1 Normas ISO 9000.....	16
3.4.2 Norma ISO 9001	16
3.4.3 Norma IEC 60601	18
3.4.4 Norma IEC 62353	19
3.4.5 Sinalização de Segurança.....	19
4 Aplicações de <i>software</i> usadas no estágio	23
4.1 Biomedical Toolkit	23
4.1.1 Lista de fabricantes de equipamentos	24

4.1.2 Testes de rede	26
4.1.3 Cronómetro da aplicação Android Biomedical Toolkit	26
4.1.4 Pesquisa de equipamentos	27
4.1.5 Menu de Informação da aplicação Android Biomedical Toolkit	27
4.2 <i>Software</i> Nextbitt.....	29
4.2.1 <i>Software</i> em Android Nextbitt.....	29
4.2.2 Aplicação Nextbitt em ambiente Windows	32
4.2.3 Receção dos pedidos.....	33
5 Ações de manutenção preventiva	35
5.1 Descrição dos principais equipamentos de teste utilizados	35
5.1.1 Equipamento de teste de segurança elétrica	35
5.1.2 Equipamento de teste de infusão	36
5.1.3 Equipamento de teste de SpO2.....	37
5.1.4 Equipamento de teste de desfibrilhadores	38
5.1.5 Equipamento de teste de eletrobisturis	38
5.1.6 Equipamento de teste de termómetros timpânicos	40
5.1.7 Equipamento de teste esfigmomanómetro.....	41
5.1.8 Equipamento de teste para medir a temperatura.....	42
5.1.9 Equipamento de teste para cardiocógrafos e <i>doppler</i>	43
5.2 Manutenção preventiva a ventiladores	44
5.2.1 Composição de <i>Kits</i> em ventiladores <i>Drager Primus</i>	47
5.2.2 Etapas para a troca de <i>Kits</i> em ventiladores <i>Drager Primus</i>	50
6 Ações de manutenção corretiva.....	55
6.1 Manutenções corretivas de Monitores Multiparamétricos e de sinais vitais	56
6.1.1 Principais avarias em monitores multiparamétricos e de sinais vitais	59
6.2 Manutenção corretiva em Bombas e Seringas Infusoras.....	59
6.2.1 Principais avarias de bombas e seringas infusoras	60
6.3 Ações de manutenção corretiva em Ventiladores.....	63
6.3.1 Principais avarias em Ventiladores	66
6.4 Avarias em Cardiotocógrafos (CTG)	66
6.4.1 Principais avarias dos CTG	68
6.5 Ações de manutenção corretiva em Monitores Desfibrilhadores.....	70
6.5.1 Principais avarias em desfibrilhadores	72

6.6 Reparação de Microscópios Cirúrgicos	72
6.6.1 Principais avarias em microscópios cirúrgicos	74
6.7 Ações de manutenção corretiva a Incubadoras	75
6.7.1 Principais avarias de incubadoras	78
6.8 Avarias em Eletrobisturis.....	79
6.8.1 Principais avarias em eletrobisturis.....	79
6.9 Ações de manutenção corretivas em Lasers	80
6.9.1 Principais avarias em lasers	81
6.10 Ações de manutenção corretivas em Marquesas Cirúrgicas	83
6.10.1 Principais avarias em marquesas cirúrgicas.....	83
6.11 Ações de manutenção corretivas em Autoclaves	85
6.11.1 Principais avarias em autoclaves.....	86
6.12 Ações de manutenção corretivas em Máquinas de lavar Endoscópios	87
6.12.1 Principais avarias em máquinas de lavar endoscópios.....	88
7. Conclusão.....	89
Bibliografia	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipo ATM.....	5
Figura 2 - Sede da ATM-Manutenção Total na cidade de Lisboa.....	6
Figura 3 - Sucursal ATM-Manutenção Total na cidade da Maia.....	6
Figura 4 - Hospital CUF Descobertas- Lisboa	8
Figura 5 - Tipos de Manutenção.....	11
Figura 6 - Taxa de avarias de um equipamento eletromecânico	14
Figura 7 - Comparação de taxas de avarias/tempo de vários sistemas.....	14
Figura 8 - Radiações não Ionizantes (a); Raios Laser (b).....	19
Figura 9 - Substâncias Inflamáveis (a); Substâncias Radioativas (b).....	20
Figura 10 - Substâncias Corrosivas (a); Substâncias Radioativas (b)	20
Figura 11 - Substâncias Tóxicas.....	20
Figura 12 - Corrosivo (a); Explosivo (b); Gás sob pressão (c).....	20
Figura 13 - Inflamável (a); Oxidante (b); Perigo grave para a saúde (c).....	21
Figura 14 - Perigoso para o ambiente (a); Toxicidade aguda (b)	21
Figura 15 - Aplicação Android Biomedical Toolkit.....	23
Figura 16 - Menu de opções	24
Figura 17 - Fabricantes (1)	24
Figura 18 - Modelos da Marca Matachana (a); Modelo S1000 de um autoclave Matachana (b)	25
Figura 19 - Manual do utilizador (a); Eletroválvulas (b)	25
Figura 20 -Teste de rede	26
Figura 21 - Cronómetro	26
Figura 22 - Pesquisa de equipamentos	27
Figura 23 - Informação	28
Figura 24 - Nextbitt	29
Figura 25 - Dados Nextbitt	30
Figura 26 - Menu da aplicação Nextbitt (a); Ordens de Trabalho da aplicação Nextbitt (b) ...	30
Figura 27 - Tarefas a realizar na manutenção de um eletrobisturi	31
Figura 28 - Folha de obra	31
Figura 29 - Nextbitt em ambiente Windows	32
Figura 30 - Diagrama de receção dos pedidos.....	33
Figura 31 - Equipamento de teste de segurança elétrica	36
Figura 32 - Equipamento de teste de infusão ligado a 2 bombas e 2 seringas infusoras.....	37
Figura 33 - Equipamento de teste SpO2.....	37
Figura 34 - Equipamento de teste de desfibrilhador.....	38
Figura 35 - Equipamento de teste de eletrobisturis	39
Figura 36 - Diagrama de circuito em bipolar-corte com o equipamento <i>Rangel Biomedical</i> ..	40
Figura 37 - Circuito do sistema bipolar-corte.....	40
Figura 38 - Equipamento de teste de termómetros timpânicos	41
Figura 39 - Equipamento de teste de esfigmomanómetros.....	42
Figura 40 - Multímetro com sensor de temperatura	42
Figura 41 - Equipamento de teste para cardiotocógrafos e <i>doppler</i>	43

Figura 42 - Volumes pulmonares.....	45
Figura 43 - Ventilação controlada por volume com fluxo inspiratório constante	45
Figura 44 - Sincronização de ventilação controlada por volume e respiração espontânea.....	46
Figura 45 - Ventilador Drager Primus	47
Figura 46 - Kit 1 ano	47
Figura 47 - Kit 2 anos.....	48
Figura 48 - Kit 3 anos	48
Figura 49 - Kit 6 anos.....	49
Figura 50 - Troca de filtros	50
Figura 51 - Troca de O-rings.....	50
Figura 52 - Troca de membrana rolante.....	50
Figura 53 - Troca de filtro VGC	51
Figura 54 - Tampa superior.....	51
Figura 55 - Troca de filtro.....	51
Figura 56 - Troca de tubo de Naflon e filtro antibacteriano	52
Figura 57 - Bloco do paciente	52
Figura 58 - Substituição dos filtros da entrada de gás	52
Figura 59 - Sequência para retirar o módulo VGC	53
Figura 60 - Sequência para retirar a membrana do rolamento e o suporte	53
Figura 61 - Substituição da membrana de rolamento e o-ring do módulo VGC	54
Figura 62 - Sequência para substituição de baterias	54
Figura 63 - Monitores multiparamétricos	57
Figura 64 - Cabos ECG com 3 e 5 derivações(monitores <i>Mindray</i>).....	58
Figura 65 - Sensores de orelha e de dedo de Oximetria.....	58
Figura 66 - Braçadeiras neonatal e braçadeira de adulto	59
Figura 67 - Bomba Infusora(a); Seringa Infusora (b)	60
Figura 68 - Parte interna da Bomba <i>B-Braun Infusomat FmS</i>	61
Figura 69 - Seringa bloqueada com suporte aberto.....	62
Figura 70 - Avaria de bloqueio de seringa com pistão danificado.....	62
Figura 71 - Suporte de seringa partido.....	62
Figura 72 - Sensor de fluxo.....	63
Figura 73 - Cal sodada	64
Figura 74 - Pulmão de teste e balões de diferentes ml.....	64
Figura 75 - Esquema do ventilador de anestesia <i>Drager Primus</i>	65
Figura 76 - Módulo do paciente	66
Figura 77 - CTG EDAN F9 com módulo wireless	67
Figura 78 - Tipos de sondas dos CTG <i>EDAN</i>	68
Figura 79 - Marcador de eventos	68
Figura 80 - Restauração do ritmo normal no coração depois de um choque de corrente contínua.....	70
Figura 81 - Diagrama de controlo de descarga de desfibrilhadores.....	71
Figura 82 - Terminal de ligação das pás com pino partido no interior	72
Figura 83 - Microscópio cirúrgico <i>Leica M525 F50</i>	73
Figura 84 - Tecnologia <i>FusionOptics</i>	73

Figura 85 - Microscópio cirúrgico <i>Leica M525 F50</i>	74
Figura 86 - Substituição de interruptor ON/OFF	74
Figura 87 - Lente e roldana do microscópio cirúrgico danificados	75
Figura 88 - Incubadora neonatal <i>Drager Caleo</i>	76
Figura 89 - Berço aquecido <i>Drager Babytherm 8004</i>	77
Figura 90 - Sensor de O ₂	78
Figura 91 - Sistema monopolar e bipolar	79
Figura 92 - Acessórios de eletrobisturi (a); Pedal com pinos partidos (b)	80
Figura 93 - Laser <i>Lumines</i> com erro de falta de água, Laser <i>Candela</i> com fuga de água.....	81
Figura 94 - Desalinhamento entre a luz visível guia do laser e a incidência.....	82
Figura 95 - Marquesas Cirúrgicas <i>Maquet</i>	83
Figura 96 - Comandos de marquesas cirúrgicas <i>Maquet</i>	83
Figura 97 - Conexão da marquesa em CC	84
Figura 98 - Acessórios de suporte de marquesas.....	84
Figura 99 - Autoclave <i>Matachana Miniclave 21E</i> - Serviço de Maxilo -facial (a); Autoclaves <i>Matachana S1000</i> - Serviço de Esterilização (b)	85
Figura 100 - Teste Bowie-Dick	86
Figura 101 - Electroválvula danificada	87
Figura 102 - Máquinas de lavar endoscópios <i>Olympus</i>	88
Figura 103 - Tubagem de ligação aos dois endoscópios no interior, vermelho endoscópio 1, azul endoscópio 2	88

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - <i>Kit</i> de manutenção 1 ano [18]	47
Tabela 2 - <i>Kit</i> de manutenção 2 anos [18]	48
Tabela 3 - <i>Kit</i> de manutenção 3 anos [18]	48
Tabela 4 - <i>Kit</i> de manutenção 6 anos [18]	49
Tabela 5 - Listagem de alguns equipamentos de eletromedicina.....	55

ABREVIATURAS

ATM	-	Assistência Total em Manutenção
CTG	-	Cardiotocógrafo
CC	-	Curto-Circuito
DECG	-	<i>DirectECG</i>
ECG	-	Eletrocardiograma
EEM	-	Equipamentos de Eletromecânica Médica
FHRs	-	<i>Fetal Heart Rate</i> (Batimento cardíaco fetal)
HCD	-	Hospital CUF Descobertas
IEC	-	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPQ	-	Instituto Português da Qualidade
ISEC	-	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i>
IUPC	-	<i>Intrauterine Pressure Catheter</i> (Cateter de pressão intrauterina)
OT	-	Ordem de Trabalho
PET	-	<i>Positron Emission Tomography</i>
PGM	-	<i>Patient Gas Monitor</i>
RX	-	<i>Raio-X</i>
SpO2	-	Saturação Periférica de Oxigénio
TC	-	Tomografia Computorizada
TOCO	-	Transdutor Tocodinamómetro
TSE	-	Testes de Segurança Elétrica
UCIP	-	Unidade de Cuidados Intensivos Polivalentes
UCERN	-	Unidade de Cuidados Especiais ao Recém-Nascido
VGC	-	<i>Ventilation and Gas Controller</i>

1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo é descrito o trabalho desenvolvido ao longo do estágio curricular realizado no ano letivo 2018/2019, no âmbito da componente de Estágio do Mestrado em Instrumentação Biomédica, lecionado no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

Em primeiro lugar é feito um enquadramento do estágio (Secção1.1), depois são expostos os seus principais objetivos (Secção1.2), terminando este capítulo com a estrutura do relatório (Secção 1.3).

1.1 Enquadramento

No término do Mestrado em Instrumentação Biomédica, é necessário escolher entre realizar um estágio ou um projeto. Neste caso concreto a opção adotada foi a realização de estágio uma vez que proporciona o início do contacto com o mundo do trabalho, na área técnica de eletromedicina (esta área representa todos os equipamentos eletrónicos utilizados durante o diagnostico e tratamentos médicos). A engenharia da minha formação, a Engenharia Biomédica - Bioelectrónica, fornece conhecimentos e competências nesta área o que permitiu uma natural integração no trabalho com os diversos equipamentos hospitalares.

Durante o último quarto do século XX, houve um tremendo aumento no uso de equipamentos elétricos na área médica para fins clínicos e de pesquisa [1].

Num sistema de instrumentação médica, a principal função é medir ou determinar a presença de alguma grandeza física que pode ser útil para fins de diagnóstico, como é o caso de muitos tipos de sistemas de instrumentação que são usados em hospitais e clínicas médicas, como por exemplo a bomba de infusão que calcula o volume infundido por medida do volume acondicionado e pelo tempo administrado, para deste modo proceder a uma infusão correta, sendo que estes sistemas carecem de manutenção [1].

É neste cenário que se enquadram as empresas de manutenção como é o caso da ATM, não só para garantir o correto funcionamento dos equipamentos, mas também para lhes proporcionar um período de vida mais longo.

Devido ao elevado custo de muitos equipamentos é rentável um hospital contratar uma empresa de manutenção que garanta o funcionamento dos equipamentos e os mantenha funcionais e em boas condições o máximo tempo possível.

No decorrer do estágio, que se realizou de forma bastante autónoma, foram desempenhadas tarefas que permitiram obter conhecimentos e competências na manutenção de diversos equipamentos hospitalares. Foram adquiridas noções de como realizar processos administrativos, foram efetuados pedidos de reparação de equipamentos a entidades externas, foi realizada a gestão dos equipamentos e todo o seu registo segundo as normas legais, assim como foram efetuadas ações de manutenção corretiva e preventiva aos diversos equipamentos, entre outras atividades.

1.2 Objetivos

O estágio descrito neste documento, teve como objetivo principal consolidar conhecimentos e competências adquiridas ao longo do percurso escolar, recorrendo à integração numa equipa de manutenção, o que permitiu aprofundar competências nesta área hospitalar.

Em particular, foram propostos os seguintes objetivos:

- Aplicar em situações reais de trabalho os conhecimentos adquiridos nas várias unidades curriculares que compõem a formação académica;
- Entender o papel de um engenheiro num meio hospitalar;
- Adquirir conhecimento sobre o funcionamento dos equipamentos hospitalares e de um modo geral sobre as respetivas avarias;
- Adquirir autonomia no desempenho de tarefas, ou seja, identificar as avarias nos diferentes tipos de equipamento estimulando o sentido crítico e construtivo para as solucionar;
- Interpretar esquemas elétricos e eletrónicos e identificar componentes danificados e realizar a substituição dos mesmos;
- Adquirir conceitos relativos aos procedimentos administrativos da manutenção;
- Aprender a manusear várias aplicações e *software* da empresa;
- Aprender a consultar manuais dos equipamentos e a aplicação Biomedical Toolkit em vários equipamentos;
- Aprender a realizar ações de manutenção preventiva de equipamentos de eletromedicina;
- Aprender e concretizar manutenções corretivas de equipamentos de eletromedicina;
- Realizar uma ação de formação de segurança no trabalho onde foi adquirido conhecimento de algumas normas de segurança;
- Colaborar para se alcançar o objetivo da empresa de 0 avarias.

1.3 Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se estruturado em vários capítulos, facilitando a sua leitura, estando o conteúdo dos capítulos elencado da seguinte forma:

Capítulo 1 - Introdução, é feito um resumo sobre o tema do trabalho desenvolvido ao longo do estágio. É ainda feito um enquadramento do estágio e de seguida são apresentados os principais objetivos e a estrutura do relatório.

Capítulo 2 - Enquadramento do Estágio, neste capítulo é apresentada a instituição de acolhimento do estágio, as suas instalações e o funcionamento de todo o Departamento Técnico da empresa. São apresentadas também as áreas da manutenção em que a empresa ATM atua e a sua metodologia de trabalho. Por fim é descrito o local de estágio, e quais as áreas da manutenção hospitalar abordadas durante o estágio.

Capítulo 3 - Manutenção, é feito um enquadramento teórico do que é a manutenção, os tipos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva, são descritas informações relativas a ciclos de vida dos equipamentos e informações de carácter normativo e segurança.

Capítulo 4 - Aplicações de *software* usadas no estágio, aqui é exposto o *software* utilizado no estágio tal como uma aplicação em Android intitulada "Biomedical Toolkit", e o *software* de manutenção da ATM "NextBitt".

Capítulo 5 - Ações de Manutenção preventivas, neste capítulo são descritos os principais equipamentos de teste utilizados na manutenção preventiva e quais as suas finalidades. É também elaborado um enquadramento teórico sobre o funcionamento do equipamento a ser testado. São igualmente expostas algumas ações de manutenção preventiva que foram realizadas.

Capítulo 6 - Ações de Manutenção corretiva, neste capítulo são abordados os principais equipamentos manuseados no período de estágio, algumas especificações e funcionalidades, assim como as avarias mais comuns nos diversos equipamentos.

Capítulo 7 - Conclusão, são apresentadas notas finais e tecidas algumas considerações sobre o trabalho desenvolvido.

2 Enquadramento do Estágio

Neste capítulo é apresentada a empresa de acolhimento, a ATM-Manutenção Total (Secção 2.1), é igualmente apresentada a sede da empresa e as instalações da empresa no hospital CUF Descobertas (Secção 2.2). No Subcapítulo 2.3 são descritos os métodos e as áreas de trabalho da empresa ATM, são listados os clientes da ATM na área da saúde na Secção 2.4, e posteriormente, é descrito o modo de funcionamento de todo o Departamento Técnico da empresa no Hospital CUF Descobertas (HCD) em Lisboa, local onde decorreu o estágio (Secção 2.5).

2.1 Empresa de Acolhimento

Em 2005, com o objetivo de conferir maior dimensão e maior importância estratégica à atividade da manutenção, a Efacec concretizou um conjunto de operações que envolveram sociedades que integravam o Grupo José de Mello. Nomeadamente foi efetuada a aquisição da ATM, que fazia parte do universo de participações CUF, a aquisição da carteira de clientes de uma sociedade de consultoria e engenharia, a Engimais, que fazia parte do universo de participações da José de Mello Imobiliária, e a integração de uma sociedade de conservação de infraestruturas, a BCI, que fazia parte do universo de participações Brisa.

Com mais de 25 anos de experiência no mercado, a ATM (Figura 1), dispõe atualmente de equipas altamente qualificadas e de uma oferta alargada de serviços, garantindo aos seus clientes um serviço de manutenção e assistência de excelência nas especialidades de eletricidade, mecânica, serralharia, AVAC, frio industrial, eletrónica médica e industrial, instrumentação, automação, pneumática e hidráulica.

Para responder aos desafios dos segmentos de mercado em que atua, a ATM conta com cerca de 400 colaboradores, com uma média de idades de 43 anos, uma antiguidade média na empresa superior a 10 anos e uma escolaridade média correspondente ao 12.º ano [2].



Figura 1 - Logotipo ATM

2.2 Instalações da empresa ATM

A ATM - Assistência Total em Manutenção tem a sede localizada em Lisboa na rua D. Luis I (Figura 2), tem também uma sucursal Norte na Maia (Figura 3) e ainda um centro operacional no Barreiro [2].



Figura 2 - Sede da ATM-Manutenção Total na cidade de Lisboa



Figura 3 - Sucursal ATM-Manutenção Total na cidade da Maia

2.2.1 Instalações da ATM no Hospital CUF Descobertas

O HCD foi construído em 2001, tendo sido uma referência na saúde privada em Portugal, como uma unidade inovadora altamente diferenciada, com todas as valências médicas estruturadas, assente num modelo de gestão clínica com equipas dedicadas. É líder reconhecido na prestação privada de cuidados de saúde e continua a inovar e a desenvolver um projeto clínico assente em medicina de especialização, capaz de responder convenientemente às necessidades cada vez mais complexas dos clientes [3].

Existem 2 edifícios no HCD ligados por uma ponte interior localizada no piso 1, sendo que o edifício 2 foi construído recentemente pelo que tem ainda algumas salas de especialidades em construção (Figura 4).

O HCD dispõe de uma ampla oferta de cuidados de saúde para toda a família [3], nas áreas de:

- Internamento;
- 158 camas distribuídas por quartos individuais e quartos duplos;
- Bloco cirúrgico central com 5 salas;
- Bloco de partos com 3 salas;
- Unidade de Cuidados Intensivos Polivalentes (UCIP);
- Unidade de Cuidados Especiais ao Recém-Nascido (UCERN);
- Bloco de Cirurgia Ambulatória com 3 salas;
- 116 gabinetes de consultas de especialidade.

O HCD conta com os seguintes meios de diagnóstico: Análises, RX, Ecografia, Mamografia, TC-Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética, Medicina Nuclear e PET.

Contém ainda uma especialidade de Exames Especiais: Cardiologia, Gastroenterologia, Ginecologia, Imunoalergologia, Neurofisiologia, Oftalmologia, Otorrinolaringologia, Pneumologia e Urologia.

Possui igualmente os seguintes tratamentos: Medicina Física e de Reabilitação, Quimioterapia e Radioterapia.

A área técnica e a área de gestão/administração da ATM estão localizadas dentro do HCD no piso -2. Foi nesta zona do edifício que decorreu o estágio descrito neste documento.

Estas instalações estão localizadas estrategicamente no interior do hospital com o principal objetivo de facilitar a reparação de equipamentos em estado de avaria da forma mais rápida possível. Esta organização dos espaços permite uma grande eficácia na realização de ações de manutenção corretiva. Existem também vários armazéns no piso -2 e piso -3, de forma que, caso necessário a substituição de peças/componentes dos equipamentos, seja realizada de uma forma rápida e eficaz.



Figura 4 - Hospital CUF Descobertas- Lisboa [3]

2.3 Principais Atividades da ATM

As principais áreas de negócio abrangidas pela empresa ATM são as seguintes [2]:

- Manutenção Hospitalar;
- AVAC e Climatização;
- Empreitadas e Paragens;
- Soluções de Manutenção Global On Site;
- Auditorias Técnicas;
- Eficiência Energética;
- Laboratório de Ensaios;
- Soluções de Engenharia;
- Operação de Socorro e Emergência (Bombeiros);
- Sistemas de Gestão;
- Parques Eólicos.

A área abordada neste estágio foi a manutenção hospitalar a qual engloba as seguintes atividades [2]:

- Instalação de equipamento instrumental médico e cirúrgico;
- Manutenção preventiva e corretiva;
- Gestão e Controlo de Manutenção Hospitalar;
- Redes de gás;
- Redes de ar comprimido;
- Gases medicinais;
- Equipas especializadas em eletromedicina;
- Assistência Técnica 24horas.

2.4 Mercado da empresa ATM

A ATM é um operador privado líder no setor da saúde, com uma oferta integrada abrangente, que inclui sistemas médicos, e com uma presença relevante no mercado, contando com contratos multidisciplinares e de natureza integrada em grandes hospitais públicos e unidades privadas de saúde [2].

Como exemplo, a ATM tem presença nas seguintes entidades:

- Centro Hospitalar do Algarve-Faro e Portimão;
- Clínicas CUF-Almada, Alvalade, Belém, Mafra, Miraflores, S. Domingos de Rana, S. João da Madeira e Sintra.;
- Clínica Luso Espanhola;
- Hospitais CUF-Cascais, Coimbra, Descobertas, Infante Santo, Porto, Santarém, Torres Vedras e Viseu;
- Hospital da Figueira da Foz;
- Hospital Garcia de Horta;
- Hospital Novo de Braga;
- Hospital de Vila Franca de Xira;
- Instituto CUF-Porto;
- IOGP;
- Residências Assistidas Montepio;
- Trofa Saúde;
- Unidade Local de Saúde Alto Minho;
- Unidade Local de Saúde de Matosinhos;
- Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano;
- Uninefro.

2.5 Funcionamento da ATM no Hospital CUF Descobertas

A ATM efetua um serviço de manutenção diferenciado em 4 áreas, cada uma com a sua função e o seu espaço de trabalho independente.

Desta forma existem equipas dedicadas à área de eletricidade, de AVAC e climatização, polivalente, dedicado a trabalho de infraestruturas e eletromedicina.

O piso -3 contém um armazém direcionado para os polivalentes e uma zona de refeitório exclusivo para a manutenção. No piso -2 existem 2 armazéns direcionados para a eletromedicina onde podemos encontrar equipamentos para desativação, peças e componentes para substituição e alguns equipamentos de teste.

Na área da eletromedicina existe uma bancada de trabalho com vários equipamentos de teste onde é possível efetuar a manutenção de equipamentos, soldadura, substituição de peças, análise do equipamento e manutenção preventiva de equipamentos. Nesta zona existem também 2 computadores que auxiliam nas tarefas de realização de pedidos de orçamentos externos para equipamentos, processos de gestão e inventário dos mesmos, e gerir as OTs (Ordens de Trabalho) do *software* "Nextbit" da ATM.

3 Manutenção

Neste capítulo é descrita a importância da manutenção em meio hospitalar, os diversos tipos de manutenção preventiva, corretiva e preditiva, ciclos de vida de um equipamento, carácter normativo para cumprimento de regras, requisitos e características de um material ou equipamento de eletromedicina e alguma sinalização de segurança importante na área da manutenção em eletromedicina.

3.1 Enquadramento teórico

Uma manutenção deficiente dos equipamentos médicos e das instalações médicas pode provocar danos com consequências irreversíveis, quer para utentes quer para profissionais. Por isso, a manutenção hospitalar deve ser planeada de forma cautelosa.

Segundo a norma EN 13306-2010, a manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, com o objetivo de mantê-lo ou restaurá-lo, ficando apto para executar as funções a que se destina [4].

A função da manutenção é de vigilância, permanente ou periódica, envolvendo o desenvolvimento de ações corretivas (reparações) ou ações preventivas, prevendo que a avaria aconteça e prolongando o máximo de tempo possível o tempo de vida do equipamento em questão.

A manutenção periódica do equipamento durante o período de garantia é feita de acordo com as condições dos fabricantes, subcontractando a manutenção aos fabricantes no caso de exclusividade ou de condições particulares de perda da garantia. Da mesma forma, será realizada a manutenção corretiva de primeiro nível para todos os equipamentos, independentemente das condições e períodos de garantia [5].

A Figura 5 ilustra os tipos de manutenção existentes. A política que uma empresa de manutenção adota não se deve cingir exclusivamente a um destes tipos, mas sim a uma combinação adequada de todos eles.

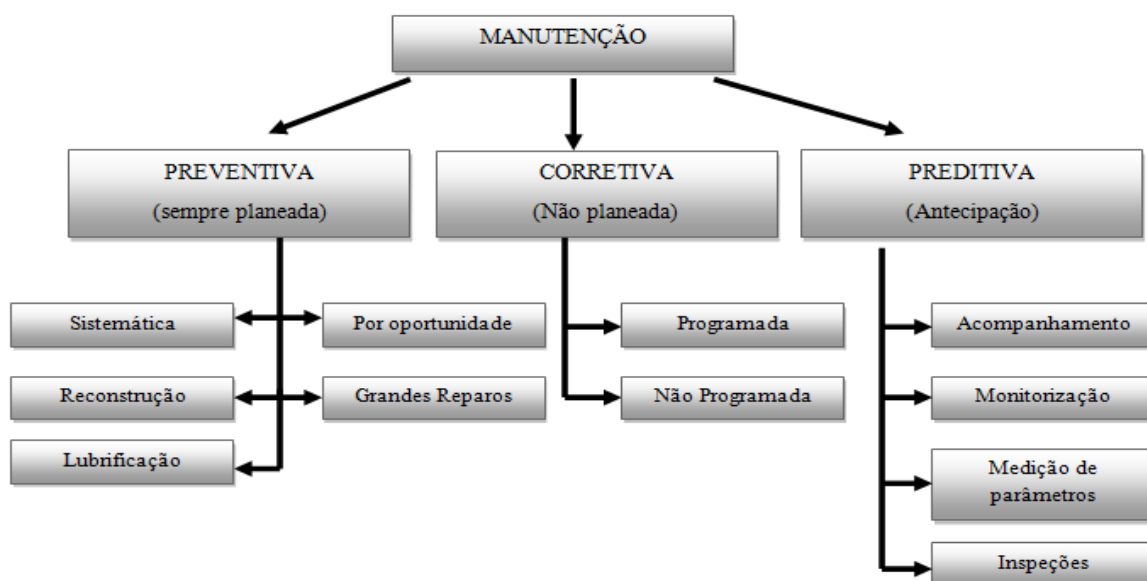


Figura 5 - Tipos de Manutenção [6]

3.2 Tipos de Manutenção

Neste subcapítulo são descritos os tipos de manutenção preventiva e manutenção corretiva, referindo a manutenção planeada e não planeada e a manutenção preditiva.

3.2.1 Manutenção Preventiva

Manutenção Preventiva - É o tipo de manutenção que se baseia em tomada de ações com vista a evitar alguma avaria, antes de ela vir a acontecer. Tem de ser fundamentada com uma boa análise de fiabilidade e financeira, no sentido de avaliar o benefício da sua utilização. Pressupõe um vasto conhecimento dos equipamentos ou itens alvo de manutenção e disponibilidade em termos de mão-de-obra para a sua execução.

Segundo Siqueira [6], a manutenção preventiva possibilita a realização da manutenção obedecendo ao cronograma pré-estabelecido pela empresa, com o objetivo de reduzir falhas, custos e quebras no desempenho. A sua realização tem como enfoque a intenção de minimizar a probabilidade de falha de um bem.

Manutenção Preventiva Sistemática - Este tipo de manutenção é efetuado com periodicidade fixa, em intervalos de tempo preestabelecidos ou com um número definido de unidades de funcionamento.

Segundo Souza [6], "a Manutenção Centrada na Confiabilidade é tida como uma das mais modernas práticas de manutenção preventiva existentes".

3.2.2 Manutenção Corretiva

Manutenção Corretiva Não-Planeada - Este tipo de manutenção acontece após a falha ou perda de desempenho de um equipamento, ou seja, sem que haja tempo para a preparação dos serviços. Este tipo de manutenção, apesar de todos os transtornos que envolve, ainda é muito praticada atualmente [6].

A manutenção corretiva acontece quando o equipamento já está com algum funcionamento irregular, apresentando um mau funcionamento. Esta manutenção é normalmente necessária quando surge uma falha inesperada.

Manutenção Corretiva Planeada - É a correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha, por decisão da gerência, isto é, pela atuação em função do acompanhamento preditivo ou pela decisão de operar até a quebra [6].

A manutenção corretiva planeada, nada mais é do que o acompanhamento de uma máquina, com a finalidade de corrigir algum erro que virá a aparecer, sendo que nesta situação a atividade é planeada com intuito de corrigir um erro que vai ocorrer.

3.2.3 Manutenção Preditiva

Manutenção Preditiva - É também conhecida como manutenção baseada na condição. Com a utilização de técnicas de inspeção é possível monitorizar a evolução do estado do equipamento e atuar no momento mais adequado [7].

A manutenção preditiva é o acompanhamento periódico de equipamentos ou máquinas, através de dados recolhidos por meio de inspeções como análise de vibração, ultrassom, inspeção visual e outras técnicas de análise não destrutivas.

Esta manutenção prognostica o tempo de vida útil dos componentes das máquinas e equipamentos e as condições necessárias para que este tempo seja aproveitado o máximo possível.

A aplicação da manutenção preditiva é possível quando o componente apresenta um "sintoma" que pode caracterizar o seu processo de falha. Os principais fatores que determinam a falha dos componentes são: alteração do nível de vibração, calor, alteração de espessura, trinca e desgaste [7].

3.3 Ciclo de vida de um equipamento

Num equipamento, podemos verificar uma taxa de avarias elevada explicada por eventuais falhas na conceção ou construção. Durante a primeira fase de vida de um equipamento é feita uma manutenção corretiva. À medida que essas falhas vão sendo corrigidas, a taxa de avarias vai diminuindo também devido à implementação de um plano de manutenção preventiva. Com o aumento da degradação dos equipamentos, dá-se um normal aumento de avarias, sendo aplicada a manutenção paliativa com o objetivo de manter o funcionamento do equipamento o mais longo possível (Figura 6) [8].

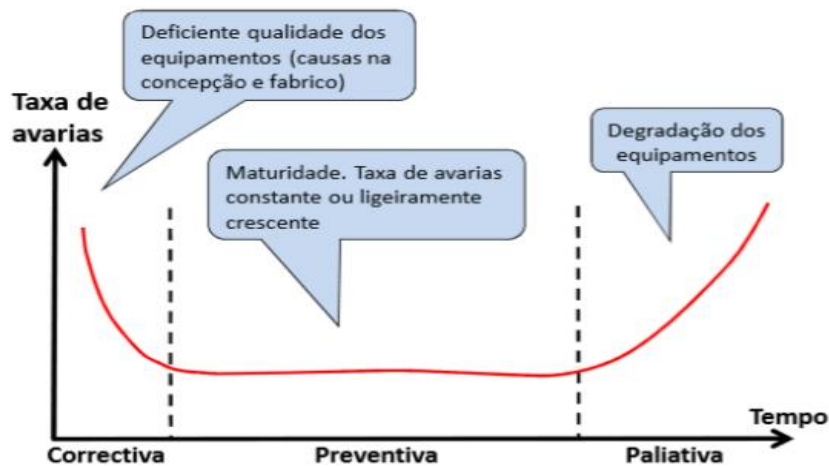


Figura 6 - Taxa de avarias de um equipamento eletromecânico [8]

No princípio do ciclo de vida de um *software* existem vários *bugs* e consequentemente apresenta uma taxa de avarias alta. Ao longo do tempo, essa taxa tende a diminuir. O momento ideal para utilizar o *software* é quando já se encontra obsoleto.

Os equipamentos eletromecânicos e o *hardware* apresentam uma curva idêntica. Nestes casos, no início de ciclo de vida, apresentam uma taxa de avarias alta devido a possíveis falhas na conceção. À medida que essas falhas vão sendo corrigidas, a taxa de avarias vai diminuindo devido à implementação de um plano de manutenções preventivas. Já próximo do final do ciclo de vida, a taxa de avarias volta a aumentar pois existe um aumento da degradação dos equipamentos (Figura 7) [8].

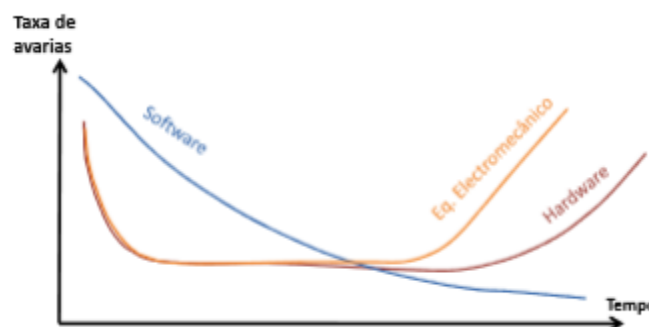


Figura 7 - Comparação de taxas de avarias/tempo de vários sistemas [8]

3.4 Normas de manutenção e segurança elétrica

Neste subcapítulo são apresentadas algumas normas essenciais que todas as empresas de manutenção têm o dever de ter conhecimento e cumprir todos os requisitos aí descritos. É também exposta alguma sinalização de segurança mais comum em eletromedicina que se deve ter em conta de forma a prevenir acidentes de trabalho.

As normas são um conjunto de requisitos e critérios definidos, criadas por um órgão oficial acreditado, e que traduzem o cumprimento de regras, abordagens a seguir e características acerca de um material ou equipamento [9].

A IEC (*International Electrotechnical Commission*) é uma organização que publica normas internacionais baseadas em consensos entre países e gestão com sistemas de avaliação de conformidade para produtos, sistemas e serviços elétricos. As publicações da IEC servem como base para a padronização nacional e como referências na elaboração de propostas e contratos internacionais [9].

Os membros da IEC vêm de todas as partes do mundo. Embora cada membro seja diferente, eles têm uma coisa em comum: todos eles representam toda a gama de interesses eletrotécnicos no seu respetivo país, empresas, associações industriais, órgãos educacionais, órgãos governamentais e reguladores de forma a chegar a um consenso comum entre todos os países [9].

O organismo internacional que publica as normas do Sistema de Gestão é a ISO (*International Organization for Standardization*) que requer que todas as suas normas sejam revistas de cinco em cinco anos para determinar se deverão ser confirmadas, revistas ou retiradas [9].

Cada país participa como membro nomeando uma instituição para o efeito. Em Portugal, a entidade responsável é o IPQ (Instituto Português da Qualidade) [10].

O IPQ tem como objetivo coordenar e gerir o SPQ (Sistema Português da Qualidade) e outros sistemas de qualificação regulamentar que lhe forem conferidos por lei, é também responsável pela realização de normas nacionais, para que exista uma coerência, tendo sempre como missão uma melhoria da qualidade dos produtos.

O Instituto Português de Acreditação, I.P. (IPAC) é o organismo nacional de acreditação requerido pelo Regulamento (CE) n.º 765/2008 [10].

O processo de acreditação gerido por este organismo nacional consiste na avaliação e reconhecimento da competência técnica de entidades para efetuar atividades específicas de avaliação da conformidade (ensaio, calibrações, certificações e inspeções) estando sujeita a legislação comunitária que obriga a um funcionamento harmonizado.

Os equipamentos de teste são sujeitos a procedimentos de calibração e teste de acordo com o fabricante, para garantir a fiabilidade dos mesmos, sendo o seu correto funcionamento regido por normas internacionais. Estes equipamentos de teste têm uma periodicidade de calibração definidas pelas normas respetivas e estas calibrações são feitas por entidades externas certificadas [10].

Para salvaguardar a correta manutenção dos equipamentos e para garantir toda a segurança elétrica dos mesmos e de todo o público em geral, na área hospitalar não só os especialistas da

área da saúde, mas também todos os pacientes que têm contacto com os equipamentos, terão de seguir algumas normas básicas nos quais a ATM e o HCD são certificados, e que serão referidas nas secções seguintes.

3.4.1 Normas ISO 9000

A família de normas ISO 9000 aborda vários aspetos da gestão da qualidade e contém alguns dos padrões mais conhecidos da norma ISO. Estas normas fornecem orientação e ferramentas para empresas e organizações que desejam garantir que os seus produtos e serviços atendam consistentemente aos requisitos do cliente e que a qualidade seja consistentemente melhorada.

A ISO 9000 contém explicações detalhadas dos sete princípios da gestão da qualidade, com indicações sobre como garantir uma boa gestão da qualidade e como esse objetivo deve ser refletido na forma como se trabalha. A ISO 9001 pertence à família 9000 contendo termos e definições relacionadas com a gestão da qualidade usados na ISO 9000. Implementa e melhora a eficácia de um sistema de gestão da qualidade para aumentar não só a satisfação do cliente como também para ir ao encontro dos seus requisitos [11]. É constituída por quatro normas principais:

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

A ISO 9004 fornece orientação sobre como alcançar sucesso sustentado com o seu sistema de gestão da qualidade [11].

A ISO 19011 fornece orientação para a realização de auditorias internas e externas à ISO 9001. Isto ajuda a garantir que o sistema de gestão da qualidade cumpre os requisitos normativos [11].

3.4.2 Norma ISO 9001

A norma ISO 9001 diz respeito ao sistema de gestão de qualidade e é das mais utilizadas no meio hospitalar, sendo esta das normas ISO 9000 a que mais se destaca. O objetivo da norma, é trazer confiança ao cliente de que os produtos e serviços da empresa serão criados de modo repetitivo e consistente, e que contenham a qualidade que foi definida pela empresa [12].

Esta norma é utilizada pela ATM mostrando ao cliente, neste caso ao grupo José de Mello, que os serviços prestados são consistentes e de qualidade seguindo a norma descrita.

Quando a empresa se certifica nesta norma, terá competência para utilizar uma famosa ferramenta da qualidade: o Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) que significa planejar, fazer, verificar e agir [12].

A norma ISO 9001 conta com 8 princípios de qualidade [12]:

Foco no Cliente: os funcionários devem trabalhar para atender o cliente de forma satisfatória e agradável, pois sem eles a empresa não obteria a sua fidelização;

Liderança: a empresa deve ter solidez e estar por dentro dos avanços do mercado. Além disso, a organização da empresa deve oferecer as ferramentas necessárias para que os liderados executem os processos com eficácia;

Abordagem de Processo: é a relação entre funcionários e as tarefas que são executadas na empresa, além da relação entre a entrada e saída desses processos e a oferta de recursos para que a atividade seja bem desempenhada;

Abordagem Sistémica na Gestão: os processos de gestão devem ser visualizados como um sistema, onde tudo que faz parte do sistema interaja, e assim estes processos podem ser avaliados e organizados mais facilmente;

Envolvimento das Pessoas: conforme explica o conceito de Gestão da Qualidade, a equipa de trabalho é um dos principais recursos da empresa;

Melhoria Contínua: nesse princípio, a equipa adquire o conhecimento de como os processos devem ser realizados para atingirem a qualidade;

Abordagem Factual para Tomada de Decisões: através dos indicadores, das auditorias e análises feitas através do Sistema de Gestão da Qualidade, os Gestores poderão verificar as oportunidades e desafios da empresa, e assim tomar decisões que auxiliarão na melhoria dos serviços e produtos;

Benefícios Mútuos nas Relações com os Fornecedores: tanto funcionários, quanto fornecedores, estabelecem uma relação de parceria com a empresa. Assim os prazos de entrega e preços contribuem para a qualidade dos produtos e serviços.

3.4.3 Norma IEC 60601

Esta norma tem uma grande importância no que diz respeito a equipamentos hospitalares, dado que é uma norma que expressa a segurança elétrica na utilização dos equipamentos médicos, sendo obrigatoriamente utilizada nos equipamentos de teste.

A IEC 60601 foi publicada pela primeira vez em 1977 (então denominada IEC 601). Esta norma diz respeito à segurança elétrica em problemas mecânicos e elétricos, relacionada com a utilização de equipamentos elétricos de origem médica, visa estabelecer requisitos gerais para a segurança básica e desempenho essencial de equipamentos elétricos médicos. Esta norma é dividida em duas partes: IEC 60601-1 e IEC 60601-2 [13].

Para explicar como é feita a análise da codificação numérica desta norma, a IEC 60601-1-X (X representa o número da norma colateral entre 1-111) é o padrão primário e tem subnormas diretamente relacionadas com a segurança de equipamentos médicos. A IEC 60601-2-X (X representa um número da norma específico do equipamento a avaliar). Por exemplo a norma 60601-2-18 diz respeito a endoscópios sendo que, por exemplo, na norma 60601-2-27, o número 27 refere-se a equipamento eletrocardiógrafo. Esta parte da norma é específica para os vários tipos de equipamentos médicos e fornece informações adicionais para os padrões de garantia [13].

Diferenças entre a IEC 60601-1 e a IEC 60601-2 [13]:

A IEC 60601-1 está relacionada com os requisitos gerais para segurança básica e desempenho essencial para equipamentos médicos elétricos e sistemas elétricos médicos, tornando-se numa referência mundial para os equipamentos elétricos médicos, sendo imprescindível a sua aplicação nos equipamentos de teste. Por exemplo, a IEC 60601-1-3 é relativa à proteção contra radiação em equipamentos de diagnóstico por raios X e exige aos fabricantes de dispositivos médicos que considerem os impactos ambientais dos seus dispositivos durante o ciclo de vida do produto e os minimizem;

A IEC 60601-2 é referente a requisitos particulares para a segurança básica e desempenho de um equipamento de eletromedicina em específico.

A IEC 60601-2 é aplicada a todos os equipamentos eletromédicos. Um equipamento eletromédico é definido como um equipamento elétrico que transfere energia de ou para o paciente e que inclui os seguintes requisitos [14]:

- Equipamentos que apenas dependam de uma fonte principal;
- Equipamentos cujo uso previsto se destine a diagnóstico, tratamento ou monitorização de pacientes;
- Equipamentos utilizados no alívio de doenças, lesões ou deficiências.

A IEC 60601-2 contempla uma ampla gama de dispositivos médicos, por exemplo:

- Equipamentos Cirúrgicos de Alta Frequência, como o eletrobisturi;
- Desfibrilhadores;
- Monitores de Sinais Vitais;

- Equipamento de Ultrassom Terapêutico e Diagnóstico;
- Lasers Médicos;
- Ventiladores;
- Incubadoras;
- Aquecedores.

3.4.4 Norma IEC 62353

A norma IEC 62353 é uma tentativa de uniformizar as práticas de avaliação da segurança de equipamentos médicos em operação, já que anteriormente, não havendo normativa, os procedimentos eram baseados em normas locais e internas de cada organização. Ao aplicar a IEC 62353 garante-se as exigências mínimas de segurança do equipamento médico em operação e também são minimizados os riscos durante a execução do próprio ensaio. Esta norma exige a realização de testes de segurança elétrica antes do arranque inicial, após a manutenção e, de forma periódica [15].

Por recomendação da própria norma IEC 62353, a norma é aplicada nos seguintes casos [15]:

- Testes antes da primeira utilização, depois de instalado o equipamento no local de uso;
- Testes periódicos;
- Testes pós-manutenção.

Tal como as normas, a sinalização de segurança tem de ser cumprida visto que é um dos itens mais importantes para a qualidade em ambiente profissional, A utilização de símbolos facilita a organização do trabalho, a proteção dos funcionários e a prevenção de acidentes, ajudando a manter a qualidade do trabalho.

3.4.5 Sinalização de Segurança

É de extrema importância conhecer a sinalética de segurança associada ao ambiente hospitalar. Este conhecimento permite prevenir acidentes de trabalho, por isso, devem ser adotados procedimentos para uma boa gestão preventiva, por forma a reduzir riscos de acidentes. Alguns dos sinais que formam a sinalética de segurança em meio hospitalar são apresentados em seguida (Figura 8 a Figura 11).

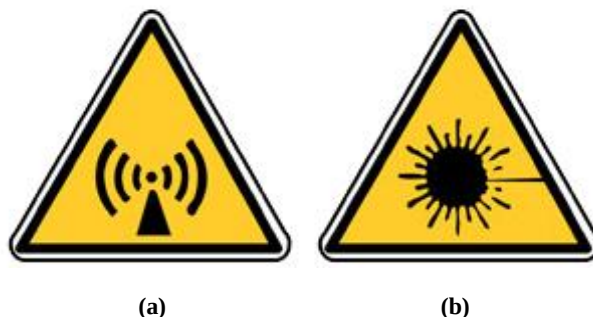


Figura 8 - Radiações não Ionizantes (a); Raios Laser (b) [16]



Figura 9 - Substâncias Inflamáveis (a); Substâncias Radioativas (b) [16]

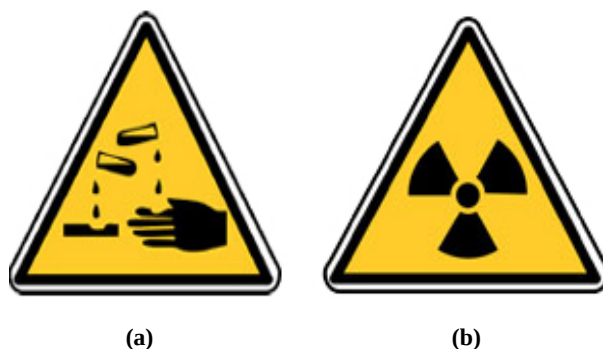


Figura 10 - Substâncias Corrosivas (a); Substâncias Radioativas (b) [16]



Figura 11 - Substâncias Tóxicas [16]

Algumas rotulagens de produtos utilizados na manutenção de equipamentos hospitalares são referidas em seguida. Na presença desta rotulagem é necessário prestar atenção e ter a perfeita noção dos riscos que envolvem o manuseamento destes produtos (Figura 12 a Figura 14).

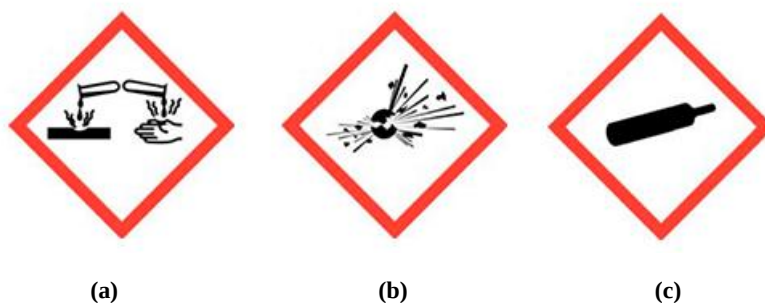


Figura 12 - Corrosivo (a); Explosivo (b); Gás sob pressão (c) [16]

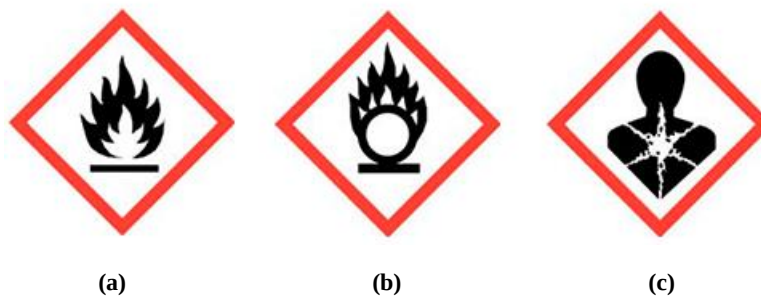


Figura 13 - Inflamável (a); Oxidante (b); Perigo grave para a saúde (c) [16]

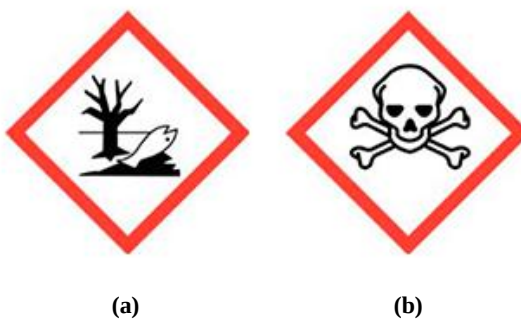


Figura 14 - Perigoso para o ambiente (a); Toxicidade aguda (b) [16]

4 Aplicações de *software* usadas no estágio

Neste capítulo são abordadas as duas aplicações de *software* mais utilizadas no estágio, sendo que uma delas é a aplicação Biomedical Toolkit, desenvolvida por um Engenheiro residente com grande importância para os Técnicos de Eletromedicina facilitando muito o seu trabalho. A outra aplicação é o NextBitt, *software* utilizado para gestão não só de todas as ordens de trabalho mas também a nível do inventário de todos os equipamentos do HCD.

4.1 Biomedical Toolkit

A aplicação em Android, Biomedical Toolkit foi desenvolvida pelo Engenheiro Carlos Teixeira para uso dos Técnicos de Eletromedicina da ATM e Técnicos da José de Mello. Apesar da aplicação estar inserida na *playstore* dos dispositivos Android, os manuais e todas as informações sobre os equipamentos e áreas hospitalares têm de ser fornecidas e transferidas pelo autor do *software*, ou seja, pelo Engenheiro Carlos Teixeira (Figura 15).

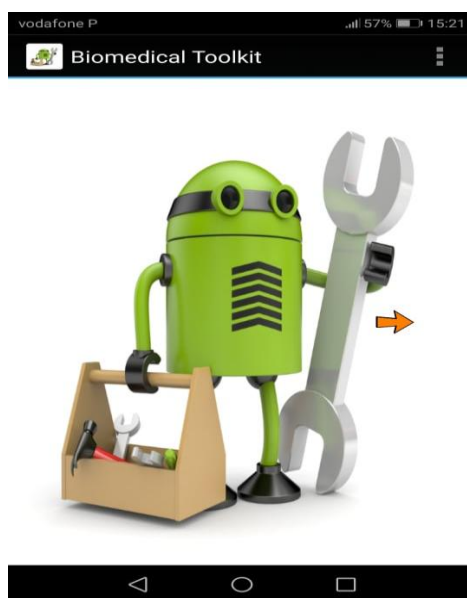


Figura 15 - Aplicação Android Biomedical Toolkit [17]

Esta aplicação contém inúmeras funcionalidades para facilitar o trabalho de um Técnico com um equipamento específico, contém referências e conteúdos de dados/informação de praticamente todos os equipamentos hospitalares existentes nos vários hospitais em que a ATM faz manutenção, incluindo o HCD. Uma opção do menu encontra-se em desenvolvimento que servirá futuramente para converter várias unidades de medida.

Na Figura 16 é ilustrado o menu de opções da aplicação Biomedical Toolkit.



Figura 16 - Menu de opções [17]

4.1.1 Lista de fabricantes de equipamentos

Nesta opção (1) estão incluídos praticamente todos os equipamentos, existentes no hospital, por fabricante (Figura 17). Ao selecionar um dos fabricantes listados, é possível aceder a todas as especificações de vários modelos de equipamento (Figura 18).

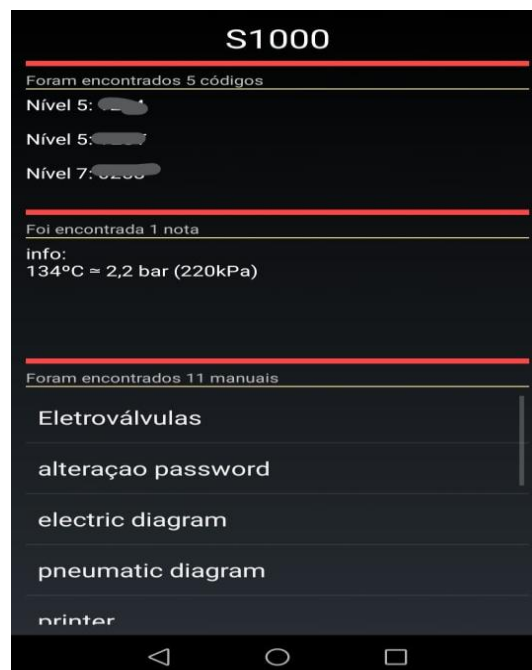
Esta opção inclui também, manuais de utilizador e manuais de serviço, esquemas elétricos, diagramas pneumáticos, configurações, como entrar em modo configuração e informações sobre equipamentos, como por exemplo, num autoclave a temperatura tem que estar em sintonia com a pressão ($134^{\circ}\text{C} = 2,2\text{ bar}$). Possui ainda informação sobre electroválvulas, a funcionalidade de cada uma delas (Figura 19) e como fazer *Reset* ao equipamento, entre outras utilidades para a manutenção de alguns equipamentos.



Figura 17 - Fabricantes (1) [17]



(a)



(b)

Figura 18 - Modelos da Marca Matachana (a); Modelo S1000 de um autoclave Matachana (b) [17]



(a)



(b)

Figura 19 - Manual do utilizador (a); Eletroválvulas (b) [17]

4.1.2 Testes de rede

O menu Teste de Rede (Figura 17 ícone 4) permite a realização de testes de comunicação de rede utilizando o comando *ping*. Este teste permite, por exemplo, validar a conectividade de uma impressora ou de um ecógrafo ligado à mesma rede (Wi-Fi) que o telemóvel (Figura 20).



Figura 20 -Teste de rede [17]

4.1.3 Cronómetro da aplicação Android Biomedical Toolkit

A aplicação contém também um cronómetro (Figura 17 ícone 2), caso seja necessário verificar se algum equipamento está a fazer ciclos cujo tempo esteja desajustado em relação ao definido no manual do equipamento, ou para qualquer utilidade que o Técnico precise de cronometrar (Figura 21).



Figura 21 - Cronómetro [17]

4.1.4 Pesquisa de equipamentos

A pesquisa por equipamentos (Figura 17 ícone 3) é uma funcionalidade do menu fundamental para que o Técnico utilizador seja capaz de verificar se o equipamento está inserido no sistema, seja para procurar a sua localização no hospital, ou se está ou não desativado. Esta opção do menu permite pesquisar por hospital, ou mesmo por todos os hospitais, um determinado equipamento. A base de dados de um *software* antigo usado pela ATM "MAC" está associado a esta pesquisa, possibilitando assim uma procura rápida e eficaz do equipamento hospitalar. Recorrendo a filtros é possível identificar equipamentos por: número de inventário, designação, fabricante, modelo, número de série, código de localização, localização, data de arranque, fim da garantia, fornecedor, e família do equipamento. Existem, por exemplo, modelos diferentes de monitores multiparamétricos mas todos pertencem à mesma família (Figura 22).

Figura 22 - Pesquisa de equipamentos [17]

4.1.5 Menu de Informação da aplicação Android Biomedical Toolkit

A aplicação contém também um menu (Figura 17 ícone 6) com todos os códigos de acesso de fechaduras eletrónicas das diferentes áreas dos hospitais na zona de Lisboa.

Este menu contém os códigos de acesso às zonas mais restritas dos hospitais como o Bloco Operatório, Anatomia Patológica, UCA, UCERN, etc.

Nesta aplicação são armazenados códigos de acesso de vários equipamentos, como é o caso por exemplo de ecógrafos e esterilizadores, assim como vários IPs, máscaras e *Gateways* reservados para alguns equipamentos específicos. (Figura 23).



Figura 23 - Informação [17]

4.2 Software Nextbitt

Este *software* é utilizado por todos os Técnicos e Gestores, com várias funcionalidades destacando-se a elevada importância para gestão da manutenção de todo o meio hospitalar e de constituir uma ferramenta de trabalho fundamental para os técnicos.

NextBitt é também o nome da empresa que desenvolve este *software*, focado em todas as áreas da gestão de ativos. A empresa tem como objetivo que o *software* desenvolvido seja fácil de utilizar e permita uma fácil integração com outras plataformas tecnológicas [18].

Cada Técnico de Eletromedicina possui um telemóvel com o *software* NextBitt, uma ferramenta indispensável ao trabalho. Todos os funcionários da ATM e da José de Mello, realizaram uma formação neste *software* para esclarecimento das suas funcionalidades. Cada OT (Ordem de Trabalho) é atribuída aos Técnicos com a informação detalhada do trabalho em questão, tipo de avaria, localização do equipamento, a quem foi atribuída a OT, quem fez o pedido de correção da avaria, quantas OTs lhe estão atribuídas, em curso e concluídas. Também é registado o material usado nas intervenções de manutenção. Este *software* está a ser alterado para, num futuro próximo, ser possível dar baixa de material usado no armazém, facilitando assim a gestão de *stocks* (Figura 24) [18].

Este *software* contém toda a informação das OTs e de dados administrativos de todos os equipamentos do hospital, facilitando assim a gestão da manutenção e o estabelecimento de uma ponte de comunicação entre os profissionais de saúde e a entidade responsável pela manutenção [18].



Figura 24 - Nextbitt [18]

Este *software* é multiplataforma, podendo ser utilizado em Windows ou em aplicação Android, que será apresentada de seguida.

4.2.1 Software em Android Nextbitt

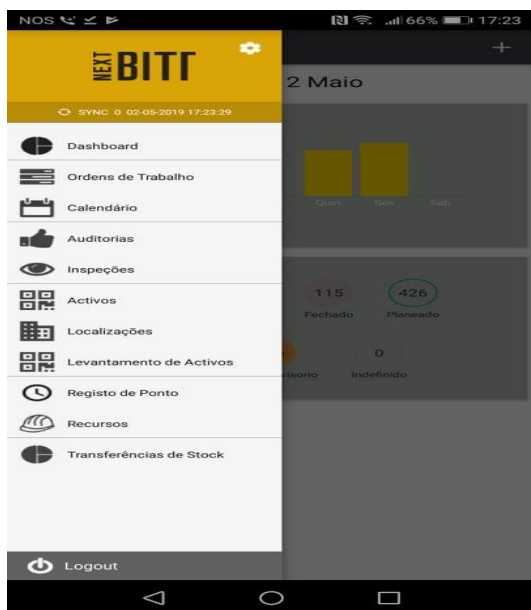
Na página principal do *software* podemos verificar toda a informação das OTs, número de OTs fechadas por dia, número total em curso, fechado, planeado, pendente e com fecho provisório. Esta página permite ao Técnico ter uma visão geral do seu trabalho (Figura 25).



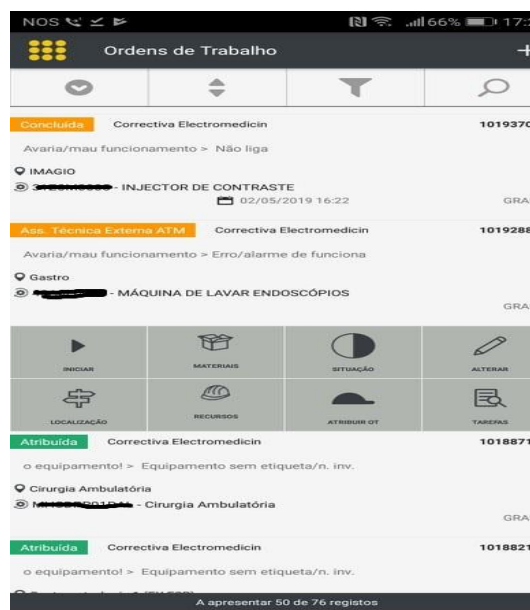
Figura 25 - Dados Nextbitt [18]

O menu inclui várias janelas como OTs, calendário, auditorias e inspeções, os equipamentos ativos, as localizações dos equipamentos, o registo de ponto do Técnico, recursos e transferências de *stock* (Figura 26).

Abrindo a janela das OT, é possível consultar toda a sua informação. A Figura 26 mostra que é possível analisar os trabalhos concluídos e atribuídos. O Técnico deve deslizar com o dedo para o lado esquerdo na OT para iniciar o registo da ação de manutenção, este procedimento deve ser feito assim que o Técnico se dirige para o equipamento com avaria para contabilizar todo o tempo despendido automaticamente na execução da OT. Se a avaria necessitar de mais que um Técnico no ponto de recursos é possível alocar outro colaborador e contabilizar o tempo dele também, não esquecendo de o desalocar antes de fechar a OT.



(a)



(b)

Figura 26 - Menu da aplicação Nextbitt (a); Ordens de Trabalho da aplicação Nextbitt (b) [18]

No caso da OT corresponder a uma manutenção preventiva aparecem tarefas a realizar, que devem ser seguidas, colocando os valores de ensaios e anexando o certificado de calibração do equipamento de teste e se necessário algumas observações (Figura 27).

The figure shows two screenshots of the 'TAREFAS 1021178-1' screen in the Nextbitt Android app. The left screenshot shows a list of tasks with checkboxes, some of which are already checked. The right screenshot shows a similar list but with different tasks, including various electrical safety tests and maintenance tasks.

Task	Status
Ensaio pedal de comando	+
Ensaio de protecções de segurança	+
Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 1	+
Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 2	+
Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 3	+
Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 4	+
Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 1	+
Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 2	+
Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 3	+
Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 4	+
Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 1	+
Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 2	+
Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 3	+
Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 4	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 1	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 2	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 3	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 4	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 5	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 6	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 7	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 8	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 9	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 10	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 11	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 12	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 13	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 14	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 15	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 16	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 17	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 18	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 19	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 20	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 21	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 22	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 23	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 24	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 25	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 26	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 27	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 28	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 29	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 30	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 31	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 32	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 33	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 34	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 35	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 36	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 37	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 38	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 39	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 40	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 41	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 42	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 43	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 44	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 45	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 46	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 47	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 48	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 49	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 50	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 51	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 52	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 53	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 54	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 55	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 56	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 57	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 58	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 59	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 60	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 61	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 62	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 63	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 64	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 65	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 66	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 67	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 68	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 69	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 70	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 71	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 72	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 73	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 74	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 75	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 76	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 77	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 78	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 79	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 80	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 81	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 82	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 83	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 84	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 85	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 86	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 87	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 88	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 89	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 90	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 91	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 92	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 93	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 94	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 95	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 96	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 97	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 98	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 99	+
Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 100	+

Figura 27 - Tarefas a realizar na manutenção de um eletrobisturi [18]

No *software* Android da Nextbitt, a folha de obra aparece ao seleccionar uma OT. Na folha de obra (ver Figura 28) estão todos os dados referentes ao pedido, localização, descrição detalhada da avaria, o grau de urgência, o requisitante, etc.

The figure shows a screenshot of the 'Folha de obra' (Work Sheet) screen in the Nextbitt Android app. It displays various fields for a work order, including location, equipment, description, urgency, requester, supervisor, and responsible person.

Field	Value
OT	1019288-1
Avaria/mau funcionamento >	Erro/alarme de funciona
LOCALIZAÇÃO	Gastro
ATIVO	MÁQUINA DE LAVAR ENDOSCÓPIOS
DESCRIÇÃO DETALHADA	ERRO 410 - LT fora de tempo
REFERENCIA EXTERNA	
SITUAÇÃO	Ass. Técnica Externa ATM
GRAU	Urgente
REQUISITANTE	Susana Costa
SUPERVISOR	
RESPONSÁVEL	Carlos Teixeira

Figura 28 - Folha de obra [18]

4.2.2 Aplicação Nextbitt em ambiente Windows

Este software é concebido também para Windows e inclui acesso a uma base de dados partilhada, onde aparecem de forma geral as manutenções atribuídas de momento. Existem inúmeras possibilidades acessíveis, sendo uma delas a listagem de equipamentos por “ATIVO”, onde se podem verificar listagens de equipamentos ativos e equipamentos não ativos. O menu "Ativos" é particularmente útil quando um equipamento, devido à deterioração da identificação, não permite mais ser identificado pelo número de série ou número de inventário (Figura 29).

	Nº Pedido	Nº OT	Data	Cód. Localização	Localização	Cód. Ativo	Ativo -	Descrição	SLA Início	Pre. Início
	1021148-1	1021079-1	02/05/2019 12:23	7	Sala de Operações 5 (Bloco Ope		VENTILADOR DE ANESTESIA	TPP Protocolo Semestral	%	
	1021148-1	1021079-1	02/05/2019 12:08		Pedúneo (C.E.)		SERRA DE GESSOS	TPP Teste de Segurança Elétrica	%	
	1021148-1	1021079-1	02/05/2019 12:08	1	Sala de Gestões 31 (DPE-64)		SERRA DE GESSOS	TPP Teste de Segurança Elétrica	%	
	1021148-1	1021079-1	02/05/2019 12:08	4	Armazen de Esterilizados (Bloc		SERRA DE GESSOS	TPP Teste de Segurança Elétrica	%	
	4878	1021874-0	08/05/2019 14:25	1	Anelctomente (A.P.)		SERINGA PERFUSORA	Avançado funcionamento > Eqp.	%	
	5226	1021072-0	14/05/2019 12:23	4	Armazen de Esterilizados (Bloc		SERINGA PERFUSORA	Avançado funcionamento > Eqp.	%	
	4958	1022054-0	10/05/2019 12:05	2	Sala Trabalho Enfermagem (Ala A	Bf Sala Trabalho Enfermagem (Ala A		o equipamento > Equipamento s	%	
	5289	1024512-0	15/05/2019 17:23	1	Sala Trabalho Enfermagem (Ala A	Al Sala Trabalho Enfermagem (Ala A		o equipamento > Equipamento s	%	
	5383	1021563-0	08/05/2019 12:43	1	Sala Preg. Cirurgia 40F-26	Bf Sala Preg. Cirurgia 40F-26		ENTREGA E INVENTARIAÇÃO	%	
	5448	1024598-0	15/05/2019 12:08	1	Sala Preg. Cirurgia 40F-26	Bf Sala Preg. Cirurgia 40F-26		o equipamento > Equipamento s	%	
	5382	1024495-0	15/05/2019 16:19	1	Recibo 40F-27	Bf Recibo 40F-27		o equipamento > Equipamento s	%	
	5383	1024496-0	15/05/2019 16:22	1	Recibo 40F-27	Bf Recibo 40F-27		o equipamento > Equipamento s	%	
	4404	1029879-0	06/05/2019 14:12		Anatomia Patológica		PROCESSADOR DE TECIDOS	Incar filtro (HC0203008A)	%	
	4485	1029877-0	06/05/2019 14:12		Anatomia Patológica		PROCESSADOR DE TECIDOS	Incar filtro (HC0203008A)	%	
	1021125-1	1021125-1	02/05/2019 12:53	1	Gab. Técnico Fisioterapia (C. Enj		PISTOLA DE MESOTERAPIA	TPP Protocolo Anual	%	
	1021125-1	1021125-1	08/05/2019 10:36	6	Sala de Operações 4 (Bloco Ope		MONITOR DE VIDEO	Instalação de proteção de 2 mon	%	
	4880	1021868-0	08/05/2019 14:26	1	Sala de Enfermagem 14 (MU-16)		MONITOR DE PRESSÃO ARTE	Apoo > Apoo - consumíveis	%	
	4583	1020607-0	07/05/2019 14:10	1	Circulação Medicina Nuclear	C Medicina Nuclear		o equipamento > Equipamento s	%	
	5108	1022406-0	13/05/2019 14:37	1	Gab. Consulta 9 (40F-12)		LÂMPADA DE FENDA	Avançado funcionamento > Nôc	%	
	1003818-0	1003818-0	18/02/2019 12:44		Cardiologia		HOLTER	Holter avançado (HC02030052)	%	
	5259	1024044-0	14/05/2019 16:09	1	Gab. Consulta M. Dent 3 (SMD-Q	Cf Gab. Consulta M. Dent 3 (SMD-Q		o equipamento > Equipamento s	%	
	1005764-0	1005764-0	06/03/2019 12:18	4	Armazen de Esterilizados (Bloc		ESTIMULADOR NEUROMUSCU	Neuroestimulador (HC02030096)	%	

Figura 29 - Nextbitt em ambiente Windows [18]

O *software* Nextbitt permite também anexar imagens e fotos o que possibilita guardar informações relativas ao equipamento em questão, como por exemplo o equipamento de teste utilizado com o respetivo certificado de calibração, na ação de manutenção.

Com este *software* é possível inventariar um equipamento na base de dados, e posteriormente consultar as ações de manutenção efetuadas no equipamento, assim como verificar as folhas de obra já encerradas pelos Técnicos.

Esta funcionalidade pode ser útil para envio de relatórios, monitorização do trabalho realizado pelo Técnico e para o controlo real das atividades desempenhadas durante um período de tempo. Deste modo facilita a organização das tarefas a realizar de forma mensal possibilitando todo o controlo Técnico do trabalho que se encontra concluído.

Normalmente em todos os hospitais existe um serviço responsável pela gestão das infraestruturas, gestão da manutenção e dos equipamentos hospitalares em geral.

No HCD dentro do espaço da manutenção existem gabinetes para os Gestores da ATM em conjunto com os Gestores da José de Mello Saúde. Estes Gestores são os responsáveis pelas contratações de serviços externos de manutenção. São também os responsáveis pela aprovação de encomendas e respetivos orçamentos de peças, equipamentos e consumíveis para *stock*.

4.2.3 Receção dos pedidos

Para que se possa proceder a uma ação de manutenção, é necessário cumprir uma lista de procedimentos que são realizados previamente à chegada do pedido de reparação ao telemóvel do Técnico.

No diagrama da Figura 30 é ilustrada a sequência de procedimentos a realizar:

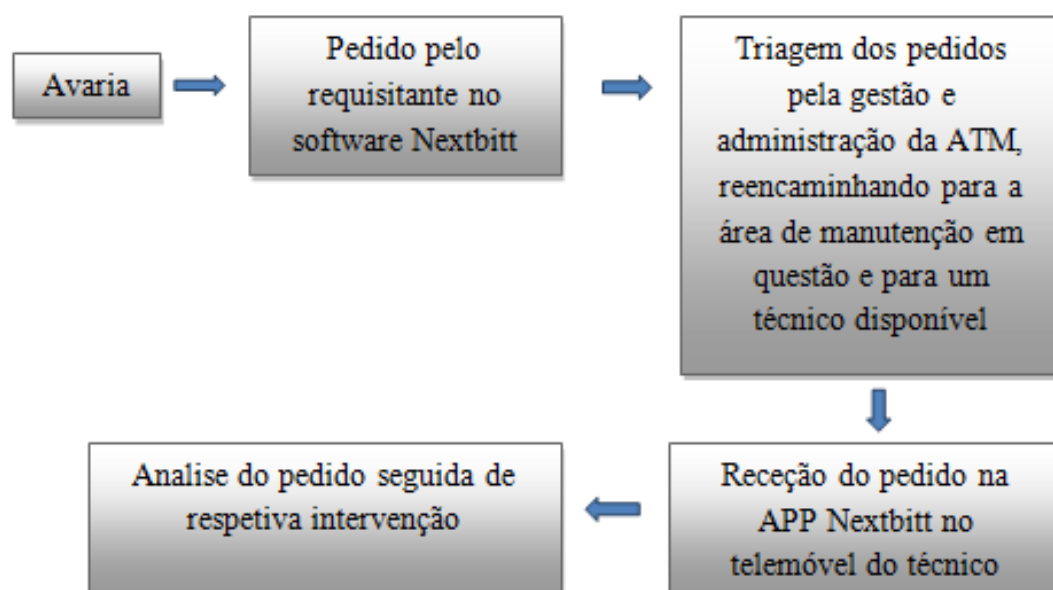


Figura 30 - Diagrama de receção dos pedidos

Nestes pedidos consta o serviço, a sua localização e requisitante assim como todas as informações relativas ao equipamento em questão como número de inventário, modelo e número de série. Dependendo da marca do equipamento e da respetiva descrição da avaria previamente feita pelo requisitante, o Técnico analisa se o equipamento pode ser levado para a área técnica da manutenção ou a reparação é realizada numa das salas do hospital disponibilizadas apenas para trabalho técnico, localizadas em todos os pisos do hospital.

5 Ações de manutenção preventiva

Neste capítulo são descritas as principais ações de manutenção preventivas realizadas no período de estágio, incluindo os principais equipamentos de teste utilizados. Em particular são apresentadas as ações de manutenção preventiva a ventiladores incluindo um exemplo detalhado com as etapas típicas para a troca de *Kits* em ventiladores Drager Primus.

5.1 Descrição dos principais equipamentos de teste utilizados

Para efetuar qualquer manutenção preventiva existem vários equipamentos de teste, calibrados, testados e regidos pelas normas acima referidas. Alguns equipamentos de teste são específicos para determinado equipamento hospitalar, para conferir um bom funcionamento do aparelho, e assim evitar diagnósticos errados, ou mesmo perigos para o paciente ou médico/enfermeiro que manipule o equipamento.

Um dos principais equipamentos utilizados é o equipamento de teste de segurança elétrica, visto que praticamente todos os equipamentos hospitalares operam com energia elétrica.

5.1.1 Equipamento de teste de segurança elétrica

Todos os equipamentos de eletromedicina que entram em contato direto com o paciente precisam ser submetidos a Testes de Segurança Elétrica (TSE). Principalmente no meio hospitalar a segurança elétrica é fundamental, visto que o paciente entra em contacto direto com o equipamento médico.

A norma IEC 60601 apresentada anteriormente é a principal norma sobre TSE, onde são descritos todos os requisitos gerais para a proteção contra perigos de choques elétricos.

O equipamento de teste de segurança elétrica utilizado na ATM no período de estágio foi o *BC - Biomedical SA-2010* (Figura 31).

Este equipamento deteta a presença de correntes de fuga, ou seja, uma corrente anormal no circuito elétrico do equipamento, usualmente provocada por um percurso anormal de baixa impedância que pode percorrer o *chassis*. São também realizadas medições de resistência à terra e adicionalmente, este equipamento tem a possibilidade de simular sinais de ECG. O valor máximo admitido da corrente de fuga para a terra nos equipamentos hospitalares regidos pelas normas é de 20 μ A.



Figura 31 - Equipamento de teste de segurança elétrica

Por exemplo para realizar um teste de fugas é conectada uma tomada adaptada ao formato usado na Europa, dado que o equipamento de teste vem com a conexão de tomada Americana (Figura 31). De seguida coloca-se o cabo de alimentação do equipamento a testar e que posteriormente é analisado no ecrã que apresenta os resultados em tempo real.

Este aparelho contém uma resistência associada à tomada adaptada, e consequentemente teremos de a ter em conta no resultado final apresentado no ecrã do equipamento.

5.1.2 Equipamento de teste de infusão

O equipamento utilizado para medir testes de fluxos e oclusões foi o *Fluke Biomedical IDA-5* (Figura 32). Este equipamento permite testar quatro equipamentos em simultâneo, com medição do fluxo médio, instantâneo e a pressão de oclusão.

As bombas e seringas infusoras têm o objetivo de infundir fluidos/fármacos no paciente por via venosa com um fluxo controlado. Consequentemente cada equipamento deve estar calibrado e testado para que o fluxo seja realmente controlado. O equipamento contém sensores de oclusão que ajudam a identificar ar na linha infusora e medições erradas. A percentagem de erro medido pelo equipamento de testes nas bombas e seringas não pode ultrapassar os 5 %. Este valor reduzido deve-se a ser um equipamento terapêutico onde é exigido uma maior fiabilidade do equipamento utilizado.

Este equipamento permite também visualizar o gráfico de fluxo/tempo permitindo o registo de toda a informação em tempo real e a impressão de relatórios de demonstração da eficiência dos equipamentos de infusão.



Figura 32 - Equipamento de teste de infusão ligado a 2 bombas e 2 seringas infusoras

5.1.3 Equipamento de teste de SpO₂

O equipamento de teste utilizado foi o *Fluke Biomedical Index 2* (Figura 33). Este equipamento simula a Saturação Periférica de Oxigênio (SpO₂) de forma similar a um paciente em diversas condições de saturação de oxigênio (entre 40% a 100%). É possível realizar a simulação simultânea do nível de oxigênio venoso e arterial e são permitidas combinações com valores de frequência cardíaca (entre 30 bpm e 220 bpm). É utilizado para testar monitores de sinais vitais que possuam um módulo de medição de oximetria e oxímetros. O oxímetro é ligado à saída do equipamento, este equipamento deve reconhecer o sensor de oximetria e são estabelecidos valores padronizados pelas tarefas da manutenção. Existe uma tolerância de erro de 2%, ou seja, se o valor demonstrado pelo equipamento for igual ou com a tolerância de erro dentro do permitido, o equipamento está funcional dependendo sempre dos valores padrão de tolerância definidos pelo material usado (sensor de oximetria, cabo e equipamento de teste).



Figura 33 - Equipamento de teste SpO₂

5.1.4 Equipamento de teste de desfibrilhadores

O equipamento de teste utilizado para a manutenção preventiva dos desfibrilhadores/cardioversores foi o *Flyke Biomedical impulse 3000* (Figura 34). O desfibrilhador é um equipamento de urgência que tem que estar completamente funcional e com bom desempenho devendo a energia de descarga estar calibrada para quando seja necessária a sua utilização em vítimas de paragem cardíaca repentina.

O desfibrilhador realiza um eletrocardiograma (ECG) automaticamente depois de serem colocados os elétrodos no paciente. Visto ser o principal equipamento de suporte à vida na desfibrilhação cardíaca, este aparelho normalmente tem uma manutenção preventiva semestral. O mesmo acontece com os ventiladores de anestesia. Como estes equipamentos são críticos, deve-se realizar uma manutenção com maior frequência.

O equipamento de teste mede a descarga de energia através das pás de desfibrilhação e resistência na ordem de 25Ω a 200Ω , possibilitando também medir a energia em Joules que o desfibrilhador descarrega e que o equipamento de teste recebe, sendo o valor visualizado no ecrã do equipamento de teste, permitindo comparar valores e verificar se está ou não operacional.



Figura 34 - Equipamento de teste de desfibrilhador

5.1.5 Equipamento de teste de eletrobisturis

O eletrobisturi é um aparelho utilizado em cirurgias denominadas de eletrocirurgia. Os eletrobisturis são encontrados em procedimentos dermatológicos, ginecológicos, cardíacos, ocular, maxilo-facial, ortopédicos, urológicos, neurocirúrgicos, gerais e até mesmo em certos procedimentos odontológicos.

Este equipamento de modo geral utiliza a eletricidade para causar destruição térmica do tecido através de desidratação, coagulação ou vaporização.

A eletrocirurgia de alta frequência usa métodos diferentes: eletrocoagulação (oclusão dos vasos), eletrodissecação (separação tecidual) e eletrofulguração (coagulação superficial). Estes métodos envolvem corrente alternada de alta frequência, que é convertida em calor por resistência, à medida que esta passa pelo tecido [19].



Figura 35 - Equipamento de teste de eletrobisturis

Os eletrobisturis normalmente possuem dois sistemas, monopolar e bipolar, utilizando a variação da corrente elétrica é possível utilizar diferentes modos de funcionamento: corte, coagulação e corte com coagulação.

No sistema monopolar a energia irá entrar no corpo do paciente (corpo do paciente com uma resistência aproximada de 500Ω), através da peça de mão com uma pequena superfície de contacto. A corrente provoca o aumento da temperatura que aquece os fluidos celulares de 37° a 100° . Esta pressão do vapor causa a explosão das membranas celulares e a coagulação que solidifica e retrai os tecidos, fluindo dos tecidos biológicos através da placa neutro (elétrodo dispersivo), esta placa é fixada numa área restrita não muito próxima da zona de corte, deve ser colocada mais ou menos com um limite de 20cm para evitar queimaduras. A resistência de contacto da placa do neutro ao paciente deve ser o mais baixa possível o ideal seria 0Ω .

O sistema bipolar usa energias mais baixas que o monopolar, limitando a capacidade para cortar e selar os vasos sanguíneos. Este tipo de sistema diminui o risco de queimaduras no paciente relativamente ao monopolar, visto que a corrente circula entre os braços da pinça. Com este sistema a corrente elétrica percorre o tecido através das pinças/peça de mão, visto que o caminho da corrente elétrica é confinado para a resistência do tecido humano entre os dois elétrodos da pinça, eliminando também o risco de desvio de corrente relativamente ao sistema monopolar [19].

O equipamento de teste utilizado foi o *Rangel Biomedical* (Figura 35), último modelo no mercado, com a possibilidade de testar qualquer tipo de eletrobisturi e a capacidade de elaborar gráficos de potência, e todos os diagramas de circuito em cada um dos sistemas, monopolar e bipolar, que são ilustrados no ecrã do equipamento de teste (Figura 36), para posterior montagem do circuito na zona lateral do equipamento (Figura 37).

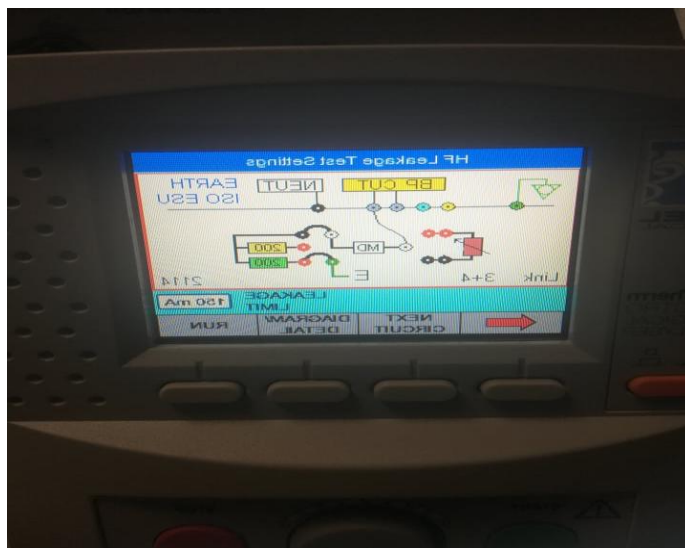


Figura 36 - Diagrama de circuito em bipolar-corte com o equipamento *Rangel Biomedical*

Na parte lateral do equipamento de teste encontramos diagramas com o circuito que deveremos reajustar para a medição em questão, tendo todas as possibilidades para medição de potência usada pelo eletrobisturi, para corte e coagulação, tanto para o sistema bipolar como para o sistema monopolar (Figura 36).

Este equipamento de teste tem ainda a possibilidade de medir as correntes de fuga do ativo-terra, ou seja, da peça de mão do equipamento para a terra e as correntes de fuga do neutro-terra, ou seja, da placa do neutro ligada ao paciente para a terra.

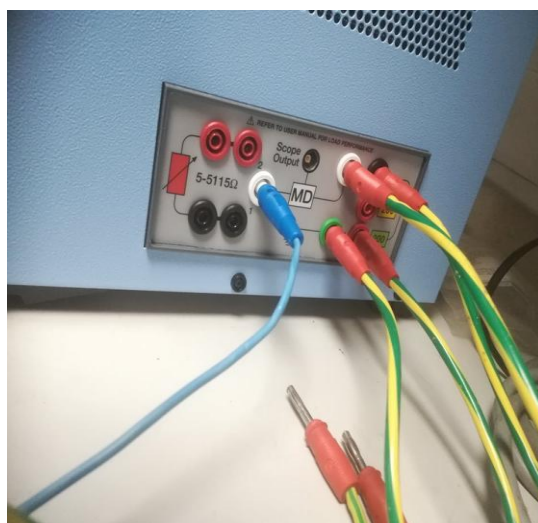


Figura 37 - Circuito do sistema bipolar-corte

5.1.6 Equipamento de teste de termômetros timpânicos

O equipamento de teste utilizado foi o *Covidien Genius 2*. Este equipamento verifica e calibra os termômetros timpânicos através de vários procedimentos de medição (Figura 38).

O equipamento de teste demora cerca de 25 minutos para aquecer as placas resistivas interiores de maneira a que os termômetros consigam determinar corretamente uma temperatura. O equipamento, quando se encontrar pronto, mostra mensagens no ecrã informando todos os passos a seguir no teste. Colocando e recolocando o termómetro na

superfície de temperatura mais alta e na de mais baixa, diversas vezes, até passar o teste de calibração, este equipamento vai reajustando a temperatura do termómetro terminando o teste quando a medição esteja correta.

Normalmente esta calibração devia ser feita semestralmente, por sugestão da marca. Porém, no decorrer do estágio o fabricante decidiu trocar todos os termómetros do modelo *Genius 2* pelo modelo mais recente *Genius 3* em que não é necessário a sua calibração.



Figura 38 - Equipamento de teste de termómetros timpânicos

5.1.7 Equipamento de teste esfigmomanómetro

O equipamento utilizado para os testes de esfigmomanómetros digitais e analógicos foi o *Fluke Biomedical BP Pump 2* (Figura 39). Um esfigmomanómetro realiza a medição da pressão arterial que é a força exercida pelo sangue contra a superfície interna das artérias. Tal força altera-se constantemente à medida que o coração bate.

Quando o coração contrai, a pressão arterial alcança o valor mais alto, a que se dá o nome de pressão arterial sistólica. Quando o coração relaxa entre os batimentos, o valor da pressão arterial é menor, denominado de pressão arterial diastólica. A unidade de medição arterial é o milímetro de mercúrio, cuja abreviação é mmHg [20].

Este aparelho permite também medir os bpm (batimentos por minuto) e realizar simulações de arritmias ou hipertensão. Dependendo do valor de pressão arterial colocando no equipamento de teste e da simulação o esfigmomanómetro terá de ter uma leitura semelhante e com uma percentagem de erro inferior a 5% para que o equipamento se encontre funcional.

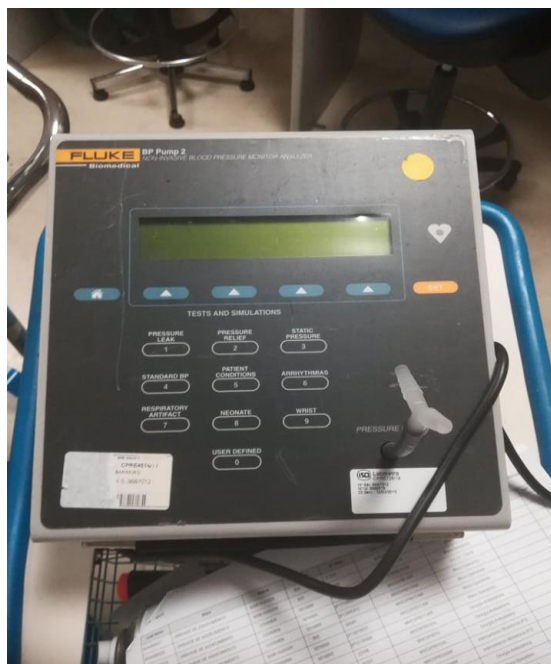


Figura 39 - Equipamento de teste de esfigmomanómetros

5.1.8 Equipamento de teste para medir a temperatura

Para medir a temperatura foi utilizado um multímetro com um sensor de temperatura de forma a medir a temperatura de alguns equipamentos como foi o caso das unidades de aquecimento ou aquecedores de mantas, onde o multímetro foi usado para comprovar se a temperatura de saída estava correta e assim verificar se o equipamento estava funcional (Figura 40).



Figura 40 - Multímetro com sensor de temperatura

5.1.9 Equipamento de teste para cardiotocógrafos e *doppler*

O equipamento utilizado para teste de cardiotocógrafos e *doppler* foi o *Fluke Biomedical Fetal Simulator PS320* (Figura 41). O cardiotocógrafo deteta e regista a frequência cardíaca do feto e a atividade uterina da mãe durante o trabalho de parto. Avaliando a frequência cardíaca do feto em sincronia com as contrações uterinas pode-se detetar o sofrimento fetal e permitir a intervenção oportuna quando necessário.

O método de deteção da frequência cardíaca fetal menos invasivo e mais frequentemente usado recorre a ultrassons: ondas sonoras de alta frequência que são emitidas e recebidas com uma ligeira mudança de frequência. A quantidade de deslocamento indica a quantidade de movimento do alvo (neste caso, o coração fetal) [21].

A frequência cardíaca é derivada do sinal recebido e exibida numericamente, junto com um tom audível. No caso de fetos gêmeos, a maioria dos monitores é capaz de detetar e determinar duas pulsações distintas e posteriormente a sua monitorização [21].

Na maioria dos casos, as contrações uterinas são detetadas pela fixação de um extensómetro (tocodinómetro) ao abdómen da mãe, com uma leve tensão.

Quando ocorre uma contração cria-se um aumento da pressão representada no monitor, o medidor de tensão cria uma tensão que é lida numa escala relativa, e neste momento a mãe deve acionar um botão que sinaliza com um ponto no sinal gráfico a imprimir o momento da contração para que posteriormente seja avaliado por parte do médico [21].

Este equipamento de teste simula a frequência cardíaca fetal, o que permite colocar vários ensaios de valores no equipamento e verificar com a sonda se o cardiotocógrafo ou *doppler* realiza a monitorização correta com uma margem de erro de 2%.



Figura 41 - Equipamento de teste para cardiotocógrafos e *doppler*

5.2 Manutenção preventiva a ventiladores

Um ventilador de anestesia é uma estação que permite uma ventilação automática, manual ou espontânea, podendo ser utilizado em adultos, crianças e bebês. Durante o ciclo respiratório são avaliadas as seguintes medidas [22]:

- **Volume:** representa a quantidade de gás que o pulmão acomoda até o final da inspiração. É definido como a integral do fluxo em relação ao tempo, com a unidade de medida em ml ou litros.
- **Fluxo:** velocidade de entrada do ar com unidade de medida em litros por minuto.
- **Pressão:** é a tensão que as moléculas de gás exercem dentro do pulmão. A unidade de medida é cmH₂O.

É usado para:

- Anestesia por inalação em sistemas de reinalação;
- Anestesia por inalação em sistemas praticamente fechados para aplicações de baixo fluxo e fluxo mínimo;
- Anestesia por inalação em sistemas sem respiração repetida e saída de gás fresco separado para a ligação do sistema, por exemplo, com fluxo de gás fresco de 0,2 l / min a 18 l/min.

O ventilador exibe vários valores no ecrã como alguns volumes pulmonares (Figura 42) dos quais, alguns podem ser alterados pelo utilizador tais como [22]:

- Pressão de pico “*Ppeak*”, pressão média “*Pmean*” e pressão positiva expiratória final “*PEEP*”;
- Pressão de platô (*Pplat*) que é o valor ao final da inspiração, quando o volume corrente predeterminado é atingido, a válvula de fluxo do ventilador fecha-se e o fluxo cai a zero. Recomenda-se manter *Pplat* abaixo de 35cmH₂O;
- Volume minuto expiratório “*MV*” que pode ser calculado através de $VT \times F$ (o volume corrente “*VT*” e a frequência respiratória “*F*”) e é responsável por controlar a PaCO₂ (pressão parcial de CO₂);
- Concentrações inspiratórias e expiratórias de O₂, N₂O, gás anestésico e CO₂;
- Conformidade do sistema e volume minuto de vazamento;
- Saturação de oxigénio funcional (*SpO₂*) e taxa de pulso (opcional).

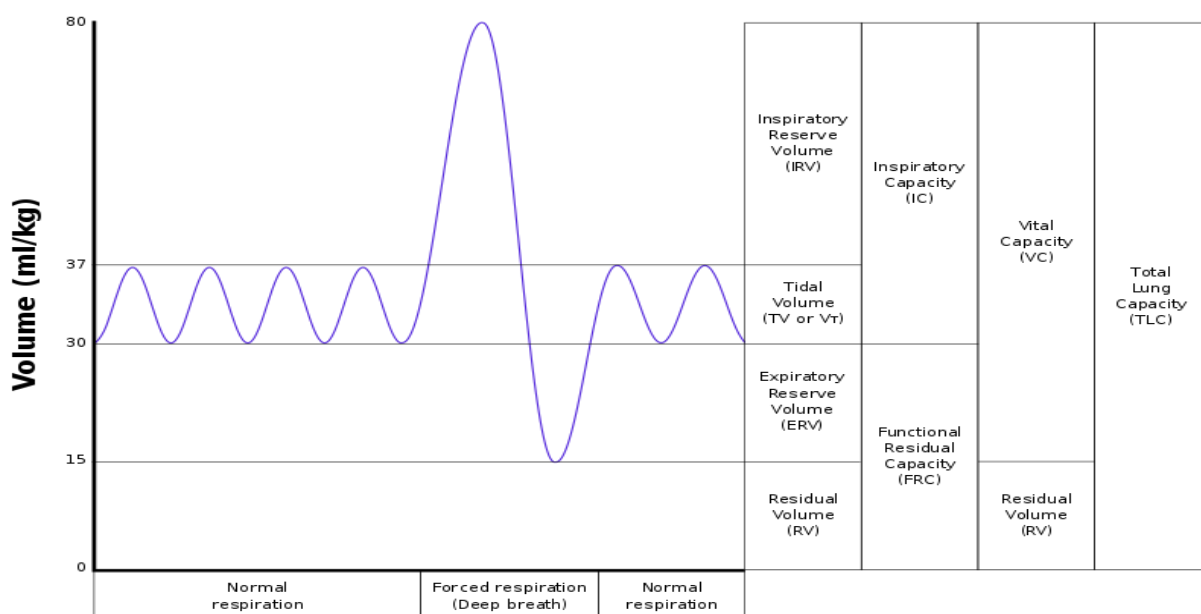


Figura 42 - Volumes pulmonares [22]

Dentro das funcionalidades do ventilador existem alguns modos como o modo de ventilação controlada por volume com volume corrente obrigatório “*VT*” e frequência “*F*”, incluindo sincronização selecionável e suporte de pressão ajustável para respirações espontâneas (opcional “*Pressure Support*”) (Figura 43) [22] .

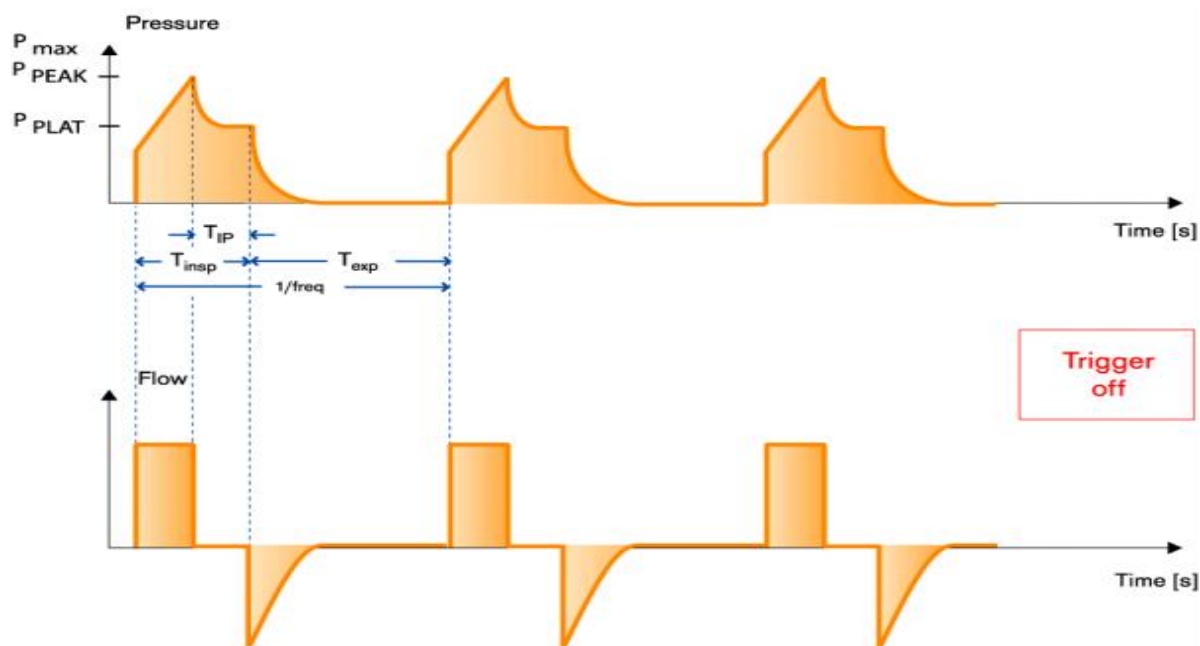


Figura 43 - Ventilação controlada por volume com fluxo inspiratório constante [22]

A sincronização é ativada assim que um valor de sensibilidade do *trigger* é inserido.

A mensagem “sync” é exibida no campo de *status* do modo de ventilação na tela.

A sensibilidade do disparo de fluxo controla a sincronização. O atraso de tempo máximo entre as respirações de ventilação controladas ajusta-se por meio da frequência. Para manter a frequência constante no caso de um *trigger* prematuro, o tempo é equalizado no próximo ciclo de ventilação (Figura 44) [22].

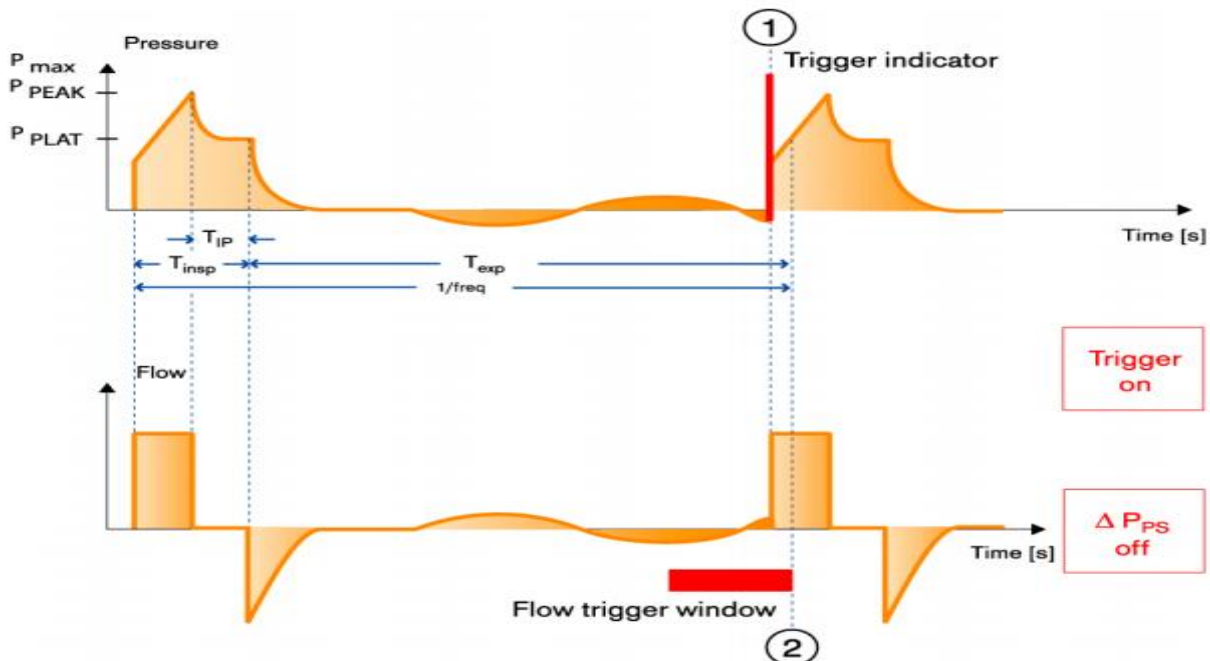


Figura 44 - Sincronização de ventilação controlada por volume e respiração espontânea [22]

Existem alguns fatores a ter em conta na ventilação mecânica pulmonar, no que diz respeito às características fisiológicas do paciente, como a resistência respiratória e a *compliance* pulmonar. Sendo que a resistência respiratória é definida como a relação existente entre o gradiente de pressão e o fluxo, como ilustrado na Equação 1 [23]:

$$R = \frac{\Delta P}{\dot{V}} = \frac{P_{\text{boca}} - P_{\text{alveolo}}}{\dot{V}} \quad (\text{Equação 1})$$

Na Equação 1 a variável R representa a resistência do sistema, ΔP representa a diferença de pressões existente entre a boca e os alvéolos e $\dot{V}$ representa o fluxo de ar.

A *compliance* pulmonar é o conjunto de forças que se opõem à distensão na fase inspiratória, ou seja, é a relação existente entre a alteração do volume gasoso pulmonar e o consequente valor máximo de variação na pressão das vias aéreas do qual pode ser calculado através da Equação 2 [23]:

$$C = \frac{\Delta V}{\Delta P} \quad (\text{Equação 2})$$

Na Equação 2 a variável C representa a *compliance*, ΔV representa a diferença de volume e ΔP representa a diferença de pressões existente entre a boca e os alvéolos.

5.2.1 Composição de Kits em ventiladores *Drager Primus*

No decorrer do estágio existiu a oportunidade de fazer manutenção preventiva destes ventiladores da *Drager Primus* (Figura 45) (troca de Kit de 6 anos - Figura 49). Esta manutenção é de extrema importância para o bom funcionamento do ventilador visto que alguns materiais do ventilador devido ao uso e desgaste começam a deixar de exercer a sua função. Este Kit de 6 anos leva todo o material incluído nos Kits de 1 ano (Figura 46), 2 anos (Figura 47) e 3 anos (Figura 48) levando mais alguns materiais extra, o que faz com que esta manutenção apresente alguma dificuldade em termos do manuseamento de todo o material a recolocar. Esta manutenção tem um tempo médio de 3h, pelo que é possível afirmar que é uma manutenção bastante demorada devido à quantidade de componentes a serem retirados do ventilador. Descrevem-se os seus aspectos principais nesta secção.



Figura 45 - Ventilador *Drager Primus*

Kit de 1 ano:

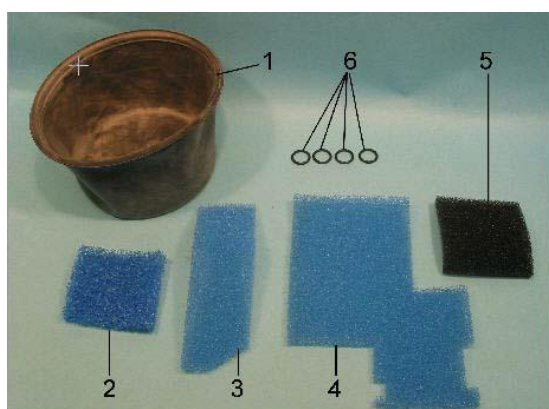


Figura 46 - Kit 1 ano [18]

Tabela 1 - Kit de manutenção 1 ano [18]

1	Membrana rolante
2	Filtro de poeiras (PGM)
3	Filtro de poeiras (pequeno, VGC)
4	Filtro de poeiras (grande, VGC)
5	Filtro de poeiras 80x80x10 do bloco de alimentação
6	O-rings

Kit de 2 anos:

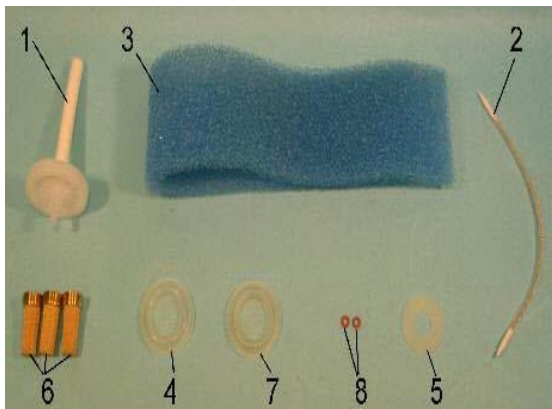


Figura 47 - Kit 2 anos [18]

Tabela 2 - Kit de manutenção 2 anos [18]

1	Filtro antibacteriano
2	Tubo de Naflon
3	Filtro de poeiras
4	Membrana superior da válvula de expiração
5	Membrana plana da válvula de expiração
6	Filtros da entrada de gás
7	Membrana superior da válvula de PEP
8	O-rings do bloco do paciente
+ Kit de 1 ano	

Kit de 3 anos:

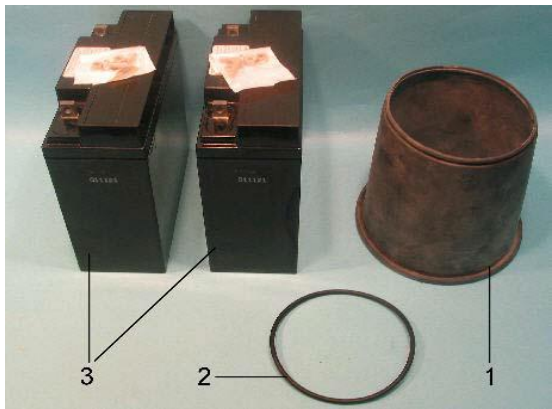
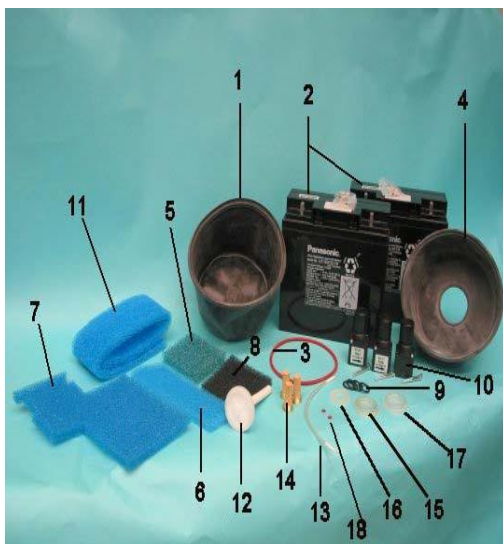


Figura 48 - Kit 3 anos [18]

Tabela 3 - Kit de manutenção 3 anos [18]

1	Membrana rolante de baixo
2	O-ring da membrana rolante
3	Baterias
+ Kit de 1 ano	

Kit de 6 anos:**Figura 49 - Kit 6 anos [18]****Tabela 4 - Kit de manutenção 6 anos [18]**

1	Membrana rolante	
2	Baterias	
3	O-ring da membrana rolante	Kit 3 anos
4	Membrana rolante de baixo	
5	Filtro de poeiras (PGM)	
6	Filtro de poeiras (pequeno, VGC)	
7	Filtro de poeiras (grande, VGC)	Kit 1 ano
8	Filtro de poeiras 80x80x10 do bloco de alimentação	
9	O-rings	
10	Regulador	Kit 6 anos
11	Filtro de poeiras	
12	Filtro antibacteriano	
13	Tubo de Naflon	
14	Filtros da entrada de gás	
15	Membrana superior da válvula de expiração	Kit 2 anos
16	Membrana plana da válvula de expiração	
17	Membrana superior da válvula de PEP	
18	O-rings do bloco do paciente	

5.2.2 Etapas para a troca de Kits em ventiladores *Drager Primus*

Kit 1 ano:

Primeiramente procede-se à substituição dos filtros de poeiras (Figura 50) e de seguida à substituição de O-rings (Figura 51).



Figura 50 - Troca de filtros



Figura 51 - Troca de O-rings

Depois de retirar o bloco do paciente é trocada a membrana rolante (Figura 52).



Figura 52 - Troca de membrana rolante

De seguida, depois de destravar e puxar em direção ao módulo VGC (*Ventilation and Gas Controller*), desaparafusar os 4 parafusos à direita do módulo para se poder aceder ao filtro (Figura 53).

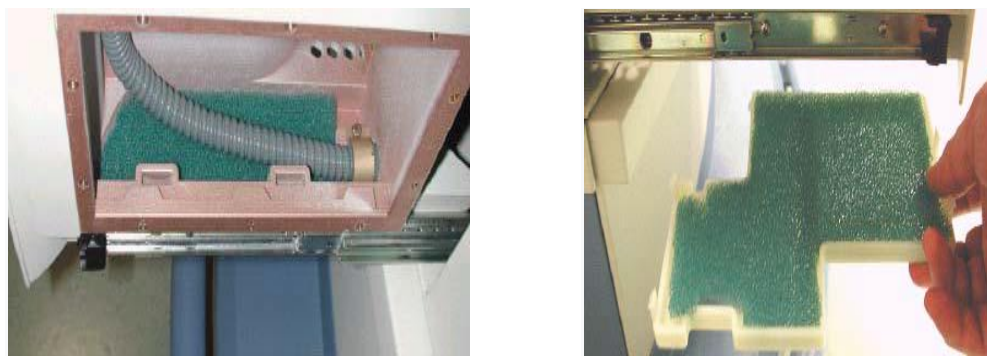


Figura 53 - Troca de filtro VGC

Kit 2 anos:

Primeiramente é retirada a tampa superior do ventilador para aceder ao filtro de poeiras e proceder à sua troca (Figura 54).



Figura 54 - Tampa superior

Depois de remover a tampa traseira, devem ser desaparafusados os dois parafusos que prendem o módulo PGM (*Patient Gas Monitor*) e proceder à troca do filtro de poeiras (Figura 55), do tubo de Naflon e do filtro antibacteriano (Figura 56).



Figura 55 - Troca de filtro

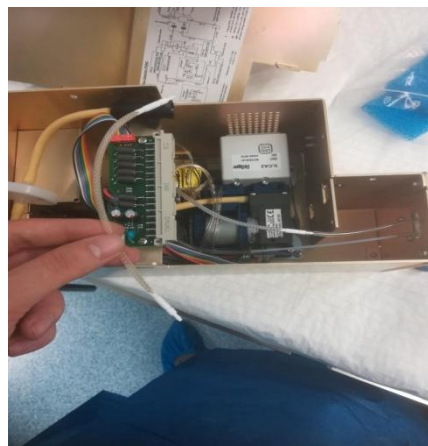
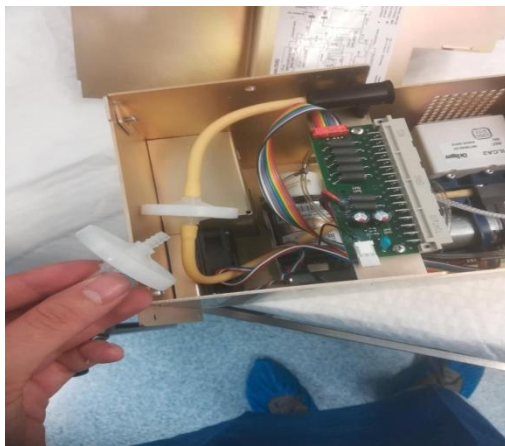


Figura 56 - Troca de tubo de Nafion e filtro antibacteriano

Na Figura 57 podemos observar o bloco do paciente dos ventiladores *Drager Primus*. Neste bloco é realizada a substituição das membranas superior e inferior da válvula PEP e os O-rings e membrana plana da válvula de expiração.



Figura 57 - Bloco do paciente

Para substituição dos filtros das entradas de gás é importante não desmontar as conexões das entradas das garrafas de gás de emergência mas sim as conexões das entradas vindas das rampas de gás (conexões de saída de gases colocadas num braço móvel, das unidades hospitalares) ou seja as três entradas da frente (Figura 58).



Figura 58 - Substituição dos filtros da entrada de gás

Kit 3 anos:

Depois de desengatar o módulo do paciente do ventilador, devem ser desaparafusados e removidos os parafusos da gaveta (Figura 59 item (a)), e assim que os trilhos estejam soltos, deve-se puxar gentilmente a gaveta para obter melhor acesso ao VGC. De seguida retiram-se os 4 parafusos e a tampa (Figura 59 item (b)), e finalmente retirar o tubo de pressão respiratória, o tubo de ar fresco, e o tubo de retorno de ar, possibilitando assim retirar totalmente o módulo para a substituição das respectivas peças (Figura 59 item (c)).

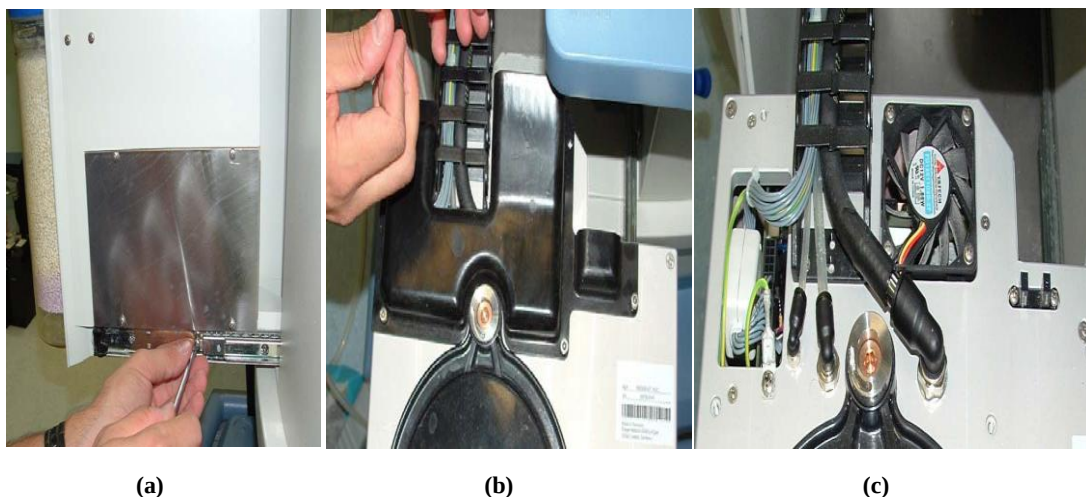


Figura 59 - Sequência para retirar o módulo VGC

Com uma chave devem ser removidos os 4 parafusos que prendem os elementos superior e inferior do pistão. Usando uma pequena chave de fendas, deve-se levantar levemente a alavanca entre os dois elementos e puxar o motor para cima (Figura 60), remover a membrana do rolamento e o seu suporte para substituição da mesma e do O-ring (Figura 61).

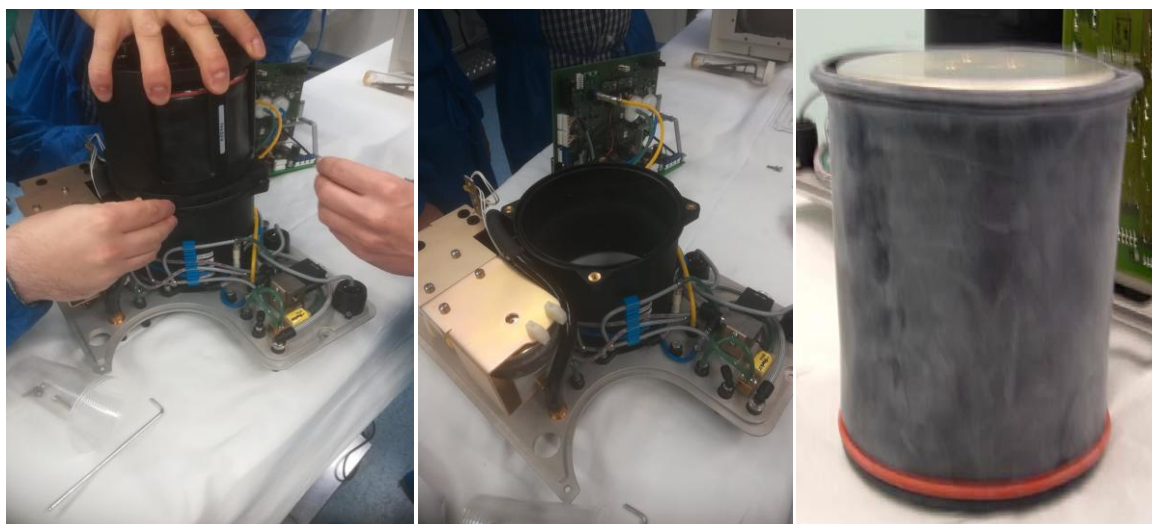


Figura 60 - Sequência para retirar a membrana do rolamento e o suporte



Figura 61 - Substituição da membrana de rolamento e o-ring do módulo VGC

Para substituição das 2 baterias de 24V, retira-se a parte traseira do ventilador e desliga-se a bateria de todos os cabos de alimentação ao ventilador, tendo o cuidado de primeiramente desligar o cabo de alimentação e só depois desligar a ficha da placa e a ligação à terra, para não correr o risco de "queimar" algum componente da placa ou desconfigurar o ventilador (Figura 62).



Figura 62 - Sequência para substituição de baterias

6 Ações de manutenção corretiva

No decorrer do estágio foram analisados e intervencionados vários equipamentos médicos, das mais diversas marcas e modelos. Devido à quantidade e à diversidade de equipamentos existentes no HCD, a maioria dos equipamentos estão à responsabilidade da Electromedicina. De entre os equipamentos hospitalares podem destacar-se monitores de sinais vitais, equipamentos infusores com a função de terapêutica, eletrocardiógrafos, eletrobisturis, equipamentos de suporte básico de vida nomeadamente desfibrilhadores, ventiladores, equipamentos de esterilização, equipamentos oftalmológicos, equipamentos de medicina dentária entre outros.

Desta forma foi possível aplicar conhecimentos da área de engenharia e sobretudo pensar como engenheiro e solucionar os vários problemas que surgiam.

Na Tabela 5 é apresentada uma lista de alguns equipamentos intervencionados durante o estágio.

Tabela 5 - Listagem de alguns dos equipamentos de eletromedicina intervencionados

Bombas de infusão	Eletrocardiógrafos	Termómetros	Garrotes pneumáticos
Seringas de infusão	Doppler fetal	Oxímetros	Monitores de sinais vitais
Esfigmomanómetros	Doppler vascular	Telemetrias	Monitores multiparâmetros
Mesas cirúrgicas	Incubadoras	Neuroestimuladores	Monitores cardíacos
Pantoffs	Autoclaves	Cadeiras e mesas elétricas de otorrino	Monitores de oxímetro
Eletrobisturis	Ventiladores anestésico	Cadeiras e marquesas elétricas de genecologia	Desfibrilhadores
Estetoscópios	Ventiladores pulmonares	Laringoscópios	Mangas de pressão de sangue
Maquinas de lavar endoscópios	Equipamentos dentários	Fontes de luz	Processadores de vídeo
Aspiradores de fumos	Aspiradores de secreções	Lâmpadas de fenda	Balanças e craveiras
Lasers	Marquesas	Microscópios	Aparelhos de fototerapia

Da lista apresentada na Tabela 5 foram selecionados alguns equipamentos com os quais houve mais contato e mais avarias para corrigir no decorrer do estágio.

Com a quantidade de equipamentos existentes no hospital torna-se essencial praticar uma gestão com um conhecimento detalhado de todos os equipamentos para poder responder às questões/dicas de manuseamento por parte de médicos ou enfermeiros para tentar eventualmente prevenir possíveis avarias, e ter a noção de todo o seu funcionamento para um rápido diagnóstico de uma possível avaria.

Este conhecimento também é essencial para questões de manutenção preventiva, como definir planos de manutenção apropriados para o equipamento e quais os procedimentos a seguir.

Um dos pontos fulcrais da manutenção corretiva é conhecer bem o equipamento e o seu funcionamento. É importante conhecer bem os componentes e mecanismos associados ao equipamento e o modelo e família a que pertence. Após a deteção de uma avaria deve-se primeiramente fazer uma verificação visual detalhada do equipamento, visto que a maior parte das vezes a avaria pode ser evidente e eventualmente é desnecessário abrir o equipamento.

No subcapítulo seguinte são apresentados alguns equipamentos que foram alvo de ações de manutenção corretiva, evidenciando alguns aspetos relativos à estrutura física e algumas avarias mais comuns associadas a esse tipo de equipamento médico.

6.1 Manutenções corretivas de Monitores Multiparamétricos e de sinais vitais

No HCD existe uma grande diversidade de marcas e modelos de monitores multiparamétricos, tais como monitores da marca Philips, *Mindray*, *Maquet*, *Shiller* e *Drager* de vários modelos (Figura 63). Existem ainda monitores mais simples como os oxímetros, de apneia, bis (mede o índice biespectral) utilizado para monitorizar a profundidade da anestesia. etc., que não serão referidos neste trabalho.

Os monitores de sinais vitais podem monitorizar até dois parâmetros sendo que os monitores multiparamétricos são responsáveis por monitorizar mais do que dois parâmetros. O conjunto de parâmetros monitorizados pode ser distinto, consoante o modelo do monitor. Alguns monitores possuem integrado um componente designado por módulo multiparamétrico, que contém os sensores e onde ficam guardados os valores medidos do paciente. A existência deste módulo é uma mais valia para a análise clínica do paciente, uma vez que os valores ficam registados autonomamente e caso o doente seja movido apenas se tem que trocar o módulo e indicar que se deseja recuperar a informação.

Como a maior parte dos equipamentos de eletromedicina, estes monitores incluem a possibilidade de gerar alguns alarmes para alertar o profissional de saúde para situações clínicas anormais ou de má utilização.



Figura 63 - Monitores multiparamétricos

A pressão arterial, a frequência cardíaca, a frequência respiratória e a temperatura são sinais vitais que indicam o nível de funcionamento físico dos indivíduos. Muitos médicos e enfermeiros reconhecem a dor como um quinto sinal vital, enquanto outros médicos e engenheiros de dispositivos médicos consideram a saturação arterial de oxigênio, medida pela oximetria de pulso, como o quinto sinal vital.

Escala normal de adultos para os cinco sinais vitais são [24]:

Pressão arterial: < 120 mmHg sistólica, < 80 mmHg diastólica.

Frequência respiratória: 12-18 respirações/min.

Frequência cardíaca: 60-80 bpm em repouso.

Temperatura: 96.8-99.5 °F.

Saturação Periférica de Oxigênio (SPO₂): 93-100%.

Os parâmetros habitualmente analisados durante a monitorização do paciente realizados por um monitor multiparamétrico são os seguintes:

- **Eletrocardiograma (ECG)** - O equipamento possui cabos ECG com elétrodos de 3 a 12 derivações (Figura 64), dependendo da marca ou modelo do monitor, que avalia o ritmo cardíaco em repouso apresentando no monitor o sinal ECG. O objetivo é verificar se existe alguma falha na atividade elétrica do coração e se existem bloqueios ou partes musculares que não se movem corretamente. É muito utilizado para verificar arritmias (bpm elevados) e taquicardias ou bradicardias (bpm baixos).



Figura 64 - Cabos ECG com 3 e 5 derivações(monitores *Mindray*)

- **Saturação Periférica de Oxigénio (SPO₂)** - O equipamento possui cabos com sensores de oximetria de dedo, orelha e pulso (Figura 65), que permitem medir a percentagem de oxigénio na circulação sanguínea. Normalmente um valor de oximetria acima de 93% indica uma boa oxigenação do sangue. O feixe luminoso emitido pelo sensor passa a parte do corpo do paciente e é detetado na parte oposta. Mediante a percentagem de O₂ e CO₂ existente nos glóbulos vermelhos, são absorvidos diferentes comprimentos de onda de luz, resultando em que o feixe que chega ao detetor não tem as mesmas características do feixe que foi emitido. Este processo denomina-se por espectrofotometria [25].



Figura 65 - Sensores de orelha e de dedo de Oximetria

- **Pressão não invasiva (PANI)** - A pressão arterial sistémica é a pressão gerada na parede das grandes artérias resultante dos batimentos cardíacos e da resistência da parede do vaso ao fluxo sanguíneo.
A pressão arterial está associada ao volume de sangue e ao sistema circulatório. Ela varia com a força de contração do ventrículo e da quantidade de sangue lançada pelo coração em cada contração [26].
Esta medição não invasiva é uma medição que utiliza uma braçadeira de pressão que circunda um membro do paciente, existindo uma grande diversidade de braçadeiras como neonatal para recém-nascidos, para crianças, para adultos e outras para pacientes com um diâmetro de braço ou perna superior ao normal (Figura 66).

Este método utiliza a manga como meio de detecção do sinal. A medição começa por aumentar o nível de pressão insuflando a braçadeira de modo a que esta tenha uma pressão superior à pressão arterial sistólica. De seguida a pressão da manga é reduzida gradualmente e observa-se uma sequência ordenada de oscilações sendo esta interpretada desde que a pressão está acima da pressão sistólica até descer a um valor inferior a esta. Quando a pressão é mais pequena ocorrem oscilações que aumentam em amplitude à medida que a braçadeira vai esvaziando [26].



Figura 66 - Braçadeiras neonatal e braçadeira de adulto

6.1.1 Principais avarias em monitores multiparamétricos e de sinais vitais

As principais avarias que ocorrem em monitores multiparamétricos e de sinais vitais, são cabos danificados, braçadeiras com fugas, que geralmente devido ao desgaste acabam por se danificar exigindo a sua substituição, baterias dos monitores que acabam por perder a capacidade de carga, ecrãs danificados e problemas na placa. Quando existe *stock* em armazém é realizada a substituição dos ecrãs e componentes danificados na placa de controlo.

6.2 Manutenção corretiva em Bombas e Seringas Infusoras

Este equipamento calcula o volume infundido por medida do volume acondicionado e tempo de administração.

Com a pressão de infusão fixada, a bomba de infusão é programada internamente para infusão acima de uma certa pressão (limite de oclusão). As bombas de pressão variável permitem a avaliação da pressão para administração segura da terapia. Uma bomba de infusão de pressão variável pode ser ajustada pelo utilizador por meio de programação [27].

São utilizadas para administrar fluidos intravenosos e têm-se mostrado eficazes em unidades neonatais, pediátricas e em unidades de cuidados intensivos de adultos. Aplicam medicação ou nutrição intravenosa, onde infusões críticas de pequenos volumes de fluidos ou grandes doses são indicadas [27].

Este equipamento apresenta uma grande importância na necessidade de garantir uma infusão constante e assim a eficácia dos tratamentos. Este equipamento automático substitui os sistemas de soro, que eram um equipamento manual, onde o enfermeiro fazia uma estimativa de gotas ao minuto. O sistema automático possui um sensor de gotas que verifica a passagem de líquido pela tubagem.

Normalmente estes equipamentos apresentam dois mecanismos de infusão, infusão peristáltica (bombas de infusão ver Figura 67 (a)) e infusão por êmbolo mecânico (seringas de infusão ver Figura 67 (b)). No mecanismo de infusão peristáltico um motor rotativo gira a uma velocidade constante onde comprime um tubo de silicone e o seu movimento desloca o fármaco até as veiais ou artérias do paciente.

Relativamente às seringas que utilizam a infusão, estas baseiam-se num êmbolo mecânico que por sua vez movimenta o embolo de plástico da seringa. Este método é mais preciso do que as bombas de infusão volumétricas, sendo que as seringas são mais utilizadas para baixos débitos e uma maior precisão [28].



(a)



(b)

Figura 67 - Bomba Infusora(a); Seringa Infusora (b)

6.2.1 Principais avarias de bombas e seringas infusoras

As principais marcas de bombas infusoras intervencionadas foram *B.Braun* e *Fresenius Vial* e diversos modelos de seringas infusoras, *B.Braun* e *Medima*.

As principais avarias identificadas nas bombas foram no ecrã, desgaste de botões, bomba peristáltica, foi realizada a substituição do material danificado, problemas no trinco da porta devida a utilização intensiva (Figura 68). A bateria acaba por perder capacidade de carga necessitando de substituição e ainda avarias do sensor de gotas. Devido a grande utilização o sensor começa a ficar baço impossibilitando a leitura da passagem das gotas.

Alguns alarmes de mau funcionamento como o alarme constante de "ar na linha" podem também apresentar avarias normalmente devido ao mau funcionamento do sensor de ar na linha (Figura 68), procedendo à sua reparação e posterior calibração.

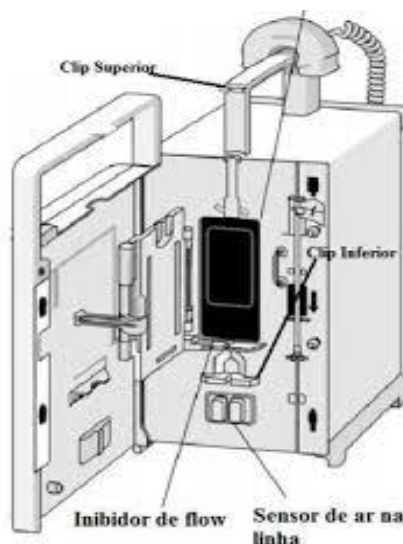


Figura 68 - Parte interna da Bomba B-Braun Infusomat FmS

Nas seringas infusoras as principais avarias são no ecrã, falhas na capacidade da bateria e algumas peças danificadas devido a quedas (Figura 71). No decorrer do estágio foram surgindo vários desafios, com o objetivo de resolver várias avarias, como por exemplo, uma muito comum relativa as seringas a seringa infusora intervencionada bloqueava com o suporte para a seringa aberto (Figura 69). Mesmo desligando a seringa o suporte da seringa não encolhia voltando à sua posição original.

Depois de verificar o manual da seringa, prática usual na eletromedicina, identificou-se que a avaria vinha da lâmina que faz pressão na seringa ativando o bloqueio da seringa. A lâmina ficava presa no exterior e, segundo a sua programação, se a lâmina se mantiver no exterior presa, a seringa infusora "entende" que tem uma seringa no suporte e não poderia fechar. Esta avaria ocorria devido ao desgaste do suporte de um pistão de um pequeno motor e/ou por uma queda que deslocasse o suporte da seringa do pistão, o que fazia com que a lâmina se movesse para o interior e exterior do suporte (Figura 70), o que por sua vez resultava em que a lâmina ficasse presa, bloqueando-a totalmente. Estas avarias foram resolvidas abrindo o equipamento e desbloqueando a lâmina, ou , em caso de muito desgaste, substituindo o pistão.



Figura 69 - Seringa bloqueada com suporte aberto

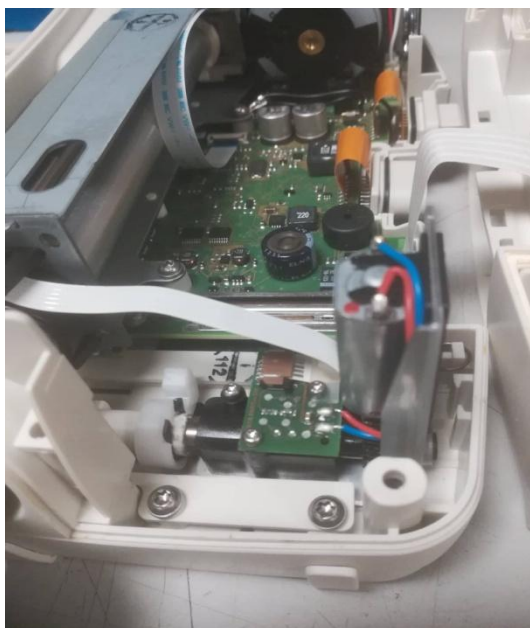


Figura 70 - Avaria de bloqueio de seringa com pistão danificado



Figura 71 - Suporte de seringa partido

6.3 Ações de manutenção corretiva em Ventiladores

A respiração pulmonar é o mecanismo responsável pela troca de gases em todos os tecidos do corpo humano, mantendo e produzindo inúmeras funções metabólicas vitais. Os ventiladores têm como função fornecer ar aos órgãos do sistema respiratório, concretamente aos pulmões. Em situações em que o doente não consegue respirar autonomamente, como em casos de cirurgia ou patologias, é utilizado o ventilador para realizar o ciclo respiratório (fases inspiratória e expiratória). A respiração pode ser feita por meio nasal, oral e por traqueostomia.

No decorrer do estágio foram realizadas algumas manutenções corretivas a ventiladores pulmonares, anestésicos e de cuidados intensivos. A grande diferença entre ventiladores pulmonares e anestésicos é que os anestésicos podem incluir monitorização e são geralmente utilizados para situações de cirurgia. Por outro lado, os ventiladores de cuidados intensivos apresentam mais parâmetros de controlo do ciclo respiratório, sendo essa a principal diferença entre ambos.

Os componentes essenciais de um ventilador pulmonar segundo [29] são:

- Válvulas respiratórias (encerram o circuito do ar na inspiração e abrem o circuito na expiração);
- Válvulas reguladoras de pressão em modo manual (sistemas responsáveis por permitir a regulação da pressão dos gases fornecidos ao paciente, na entrada do equipamento);
- Sensores de fluxo respiratório (expiratório e inspiratório) (Figura 72);



Figura 72 - Sensor de fluxo

- Filtros bacterianos (evitar a passagem e a propagação de bactérias);
- Módulo de aquecimento do ar (evita diferenças bruscas de temperatura prejudiciais ao paciente);
- Sistemas de mistura dos componentes gasosos;
- Módulo de administração de medicamentos (nem sempre existe);
- Grifes (ponto de ligação entre o equipamento e a saída de gases);

- Traqueias de ventilação (tubos flexíveis que permitem a passagem dos gases do ventilador para o paciente).

Como componentes essenciais em ventiladores anestésicos [30] incluem-se, ainda, os seguintes componentes:

- As fontes de gases frescos: fornecidos ao ventilador, normalmente, através das rampas de fornecimento de gases das unidades hospitalares;
- A unidade doseadora dos halogenados (sistema de vaporização);
- A cal sodada, absorvente de CO₂ (Figura 73);
- Sistema de Exaustão de Gases Anestésicos (SEGA): sistema de eliminação por aspiração de gases;
- Pulmão de teste e balão (Figura 74): o primeiro serve para simular o paciente durante a realização de testes de verificação. No caso do balão, este é utilizado para ventilações manuais.



Figura 73 - Cal sodada

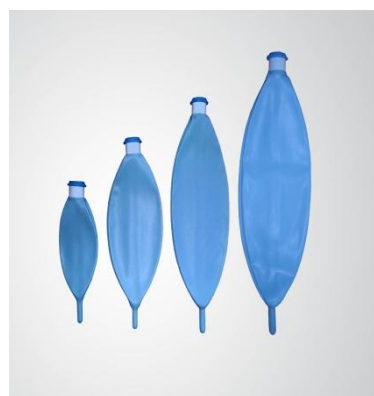


Figura 74 - Pulmão de teste e balões de diferentes ml

Funcionamento de um ventilador de anestesia:

Para uma compreensão mais detalhada do funcionamento de um ventilador de anestesia é ilustrado o esquemático de fluxo de gás de um ventilador da *Drager Primus* na Figura 75.

Através do esquema na Figura 75 é possível verificar que existem três entradas de gases N_2O , Ar e O_2 , três sensores de pressão que têm como função medir a pressão à entrada de cada um dos gases, e três válvulas anti-retorno que bloqueiam o retorno de gás. Existem também três válvulas responsáveis pela mistura de dois dos três gases de entrada, onde o oxigênio terá obrigatoriamente de estar presente devido ao controle de O_2 de segurança, que coloca o O_2 no circuito [31].

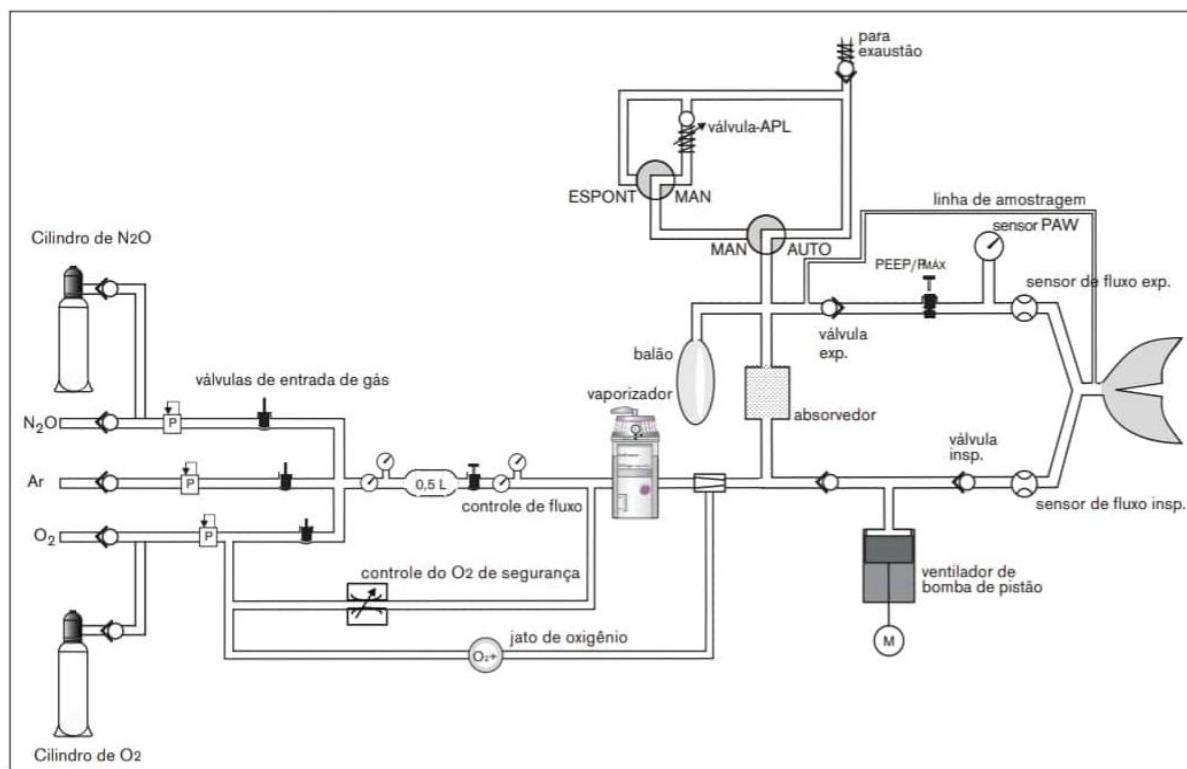


Figura 75 - Esquema do ventilador de anestesia *Drager Primus* [31]

Existem duas garrafas de emergência para o caso de falha de fornecimento de gás através da rampa, podendo ser de protóxido de azoto (N_2O) e Oxigênio (O_2), ou de O_2 e Ar comprimido.

Posteriormente existe um reservatório de 0,5l onde se dá a mistura de gases. O circuito de jato de oxigênio serve para administrar elevadas concentrações de O_2 , por exemplo para limpar os restos de anestésicos no circuito e acordar o paciente mais rapidamente [31].

Após o vaporizador, em modo automático, o gás é impulsionado para o pistão acionado pelo motor elétrico e de seguida passa por uma válvula anti-retorno. O fluxo de gás é medido pelo sensor de fluxo inspiratório e a pressão é medida pelo sensor de pressão. A mistura de gases é finalmente entregue ao sistema respiratório do paciente.

Em modo manual, o anestesista ventila diretamente o paciente com o balão. O ventilador de bomba de pistão, encontra-se inativo e a válvula APL (*Adjustable Pressure Limit*), define qual o nível máximo de pressão a entregar ao paciente.

O modo automático veio revolucionar a prática de anestesia tendo sido desenvolvido para garantir uma maior eficácia no processo de ventilação e segurança do paciente. Existindo atualmente uma monitorização muito mais eficaz do paciente graças ao desenvolvimento destes equipamentos muito avançados.

6.3.1 Principais avarias em Ventiladores

As principais marcas de ventiladores intervencionados foram da *Drager* de vários modelos, sendo que as avarias mais comuns foram diagnosticadas pelo autoteste de todos os ventiladores. Quando ocorre alguma falha no teste o ventilador não pode funcionar e a Eletromedicina é logo chamada para resolver a avaria.

Normalmente as avarias podem ser: roturas nas traqueias; módulos de ventilação com alguma deficiência; sensores de fluxo com ligamento quebrado; a acumulação de poeiras no módulo do paciente que podem provocar falhas no teste de fugas (Figura 76) e que uma limpeza dos contactos do módulo geralmente pode resolver; falhas na comunicação do ventilador com a monitorização; filtros com muito pó, o que pode levar ao aquecimento do ventilador e provocar falhas, as principais falhas nas válvulas respiratórias geralmente são diagnosticadas por acumulação destas poeiras.



Figura 76 - Módulo do paciente

6.4 Avarias em Cardiotocógrafos (CTG)

O monitor *Fetal & Materno* como o modelo F9 é um exemplo de um cardiotocógrafo e tem por finalidade a monitorização não invasiva do feto durante os exames pré-natais, o pré-parto e o parto. Estes Cardiotocógrafos foram desenvolvidos para serem usados somente por pessoas treinadas e qualificadas da área da saúde. Eles apresentam num monitor o gráfico ECG normalmente ligados por um cabo de rede que é monitorizado na central de monitorização que se encontra na sala de enfermagem. Esta monitorização permite não só guardar todo o processo mas também uma constante vigia de uma possível urgência, permitindo ainda a impressão em papel (Figura 77).

Este CTG contém um módulo *wireless* na parte inferior com alcance de 3 a 5m.

A finalidade dos monitores *Fetal & Materno* F9 é efetuar testes com o mínimo *stress*. É realizada a monitorização fetal a partir da 28ª semana de gestação. Estes monitores podem monitorizar externamente as FHR (*Fetal Heart Rate* ou batimento cardíaco fetal) usando ultrassons e a atividade uterina por meio de um transdutor TOCO (Transdutor Tocodinamómetro). Opcionalmente, pode monitorizar internamente uma das FHR com

DECG (*DirectECG*) e a atividade uterina com um IUPC (*Intrauterine Pressure Catheter* ou Cateter de Pressão Intrauterina) [32].

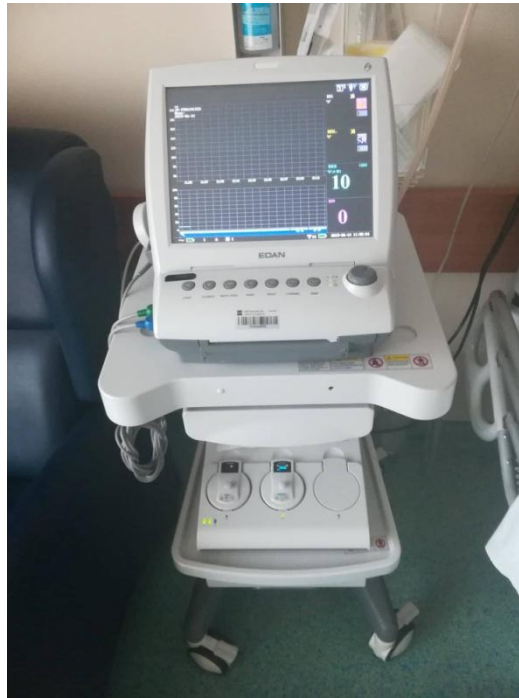


Figura 77 - CTG EDAN F9 com módulo wireless

A monitorização é feita com dois tipos de sondas, o transdutor de ultrassons e o transdutor TOCO (Figura 78):

- **Transdutores de ultrassom (US)** A detecção do sinal do *doppler* cardíaco fetal baseia-se no princípio de mudança de frequência do *doppler* por ultrassom. Uma fonte sonora envia uma onda de frequência constante, a onda transmite-se no interior do corpo e é refletida quando se depara com as paredes dos órgãos. Se a parede se mover em direção à fonte sonora, a frequência da onda refletida será diferente da frequência da onda incidente. A aproximação da onda incidente será traduzida num aumento da frequência; o retrocesso fará com que a frequência diminua. Denominado por efeito *doppler* que ocorre quando há uma diferença entre as frequências da onda sonora enviada e a onda sonora recebida, esta diferença é chamada de Deslocamento de frequência *doppler* (*frequency Deviation* ou f_D), calculada pela Equação 3, onde f_0 representa a frequência do ultrassom, C a velocidade da onda transmitida no órgão e V a velocidade de movimento da interface [32].

$$f_D = \pm 2V * \frac{f_0}{C} \quad (\text{Equação 3})$$

- **Transdutor tocodinamómetro (TOCO):** Este transdutor é colocado sobre o ventre materno e capta as variações mecânicas resultantes da atividade - contrações uterinas. Após a captação, as variações são convertidas em informação digital, possibilitando a sua monitorização [32].



Figura 78 - Tipos de sondas dos CTG EDAN [32]

Existe outro acessório em alguns CTG, um marcador de eventos, que é um pequeno dispositivo com um botão que a mãe deve acionar sempre que se aperceber de um movimento do feto. Este botão coloca um ponto de referência no gráfico para uma posterior análise (Figura 79).



Figura 79 - Marcador de eventos [32]

6.4.1 Principais avarias dos CTG

As principais marcas de CTG intervencionados foram a *EDAN* e *Philips* de diversos modelos.

As avarias mais comuns nos CTG ocorrem nas sondas que deixam de funcionar devido à utilização intensiva, mau contacto na ligação do cabo à sonda e problemas na impressora.

As sondas são reparadas ou substituídas. Para eliminar maus contactos entre o cabo e a sonda abre-se a sonda e verifica-se a conectividade. Geralmente uma limpeza para eliminar a acumulação de poeiras na impressora resolve o seu mau funcionamento.

Avarias comuns no marcador de eventos, acontecem por vezes por a tecla de pressão ficar presa geralmente este problema é resolvido abrindo com a ajuda de uma pinça desbloqueando o botão e aplicando com a lubrificação no contacto interior para evitar nova avaria.

Como referido anteriormente os CTG do internamento estão ligados a uma central de monitorização na sala de enfermagem. Por vezes acontecem falhas na comunicação de rede, o que acontece geralmente, devido a desgaste dos cabos e fichas de rede. Eventualmente acontecem problemas na placa de rede correspondente, pelo que é necessário proceder à sua substituição.

O CTG *EDAN* contém um módulo *wireless* na parte inferior que carrega as sondas. Uma das avarias mais comuns é a perda da capacidade de armazenar energia pelas sondas devido ao envelhecimento natural das baterias e à utilização, assim como o desgaste da zona de contacto do sensor com o módulo *wireless*, impossibilitando assim o carregamento da sonda. Procedese à substituição da sonda se esta perde a capacidade de armazenar energia e à limpeza dos contactos da sonda se esta não interagir com o módulo no carregamento.

6.5 Ações de manutenção corretiva em Monitores Desfibrilhadores

A situação de fibrilhação ventricular constitui uma grave emergência cardíaca resultante da contração assíncrona dos músculos do coração. Este movimento descoordenado das paredes ventriculares do coração pode resultar de oclusão coronária, de choque elétrico ou de anormalidades da química do corpo [1].

Devido à contração irregular das fibras musculares, os ventrículos simplesmente tremem ao invés de bombear o sangue de forma eficaz. Isso resulta numa falha acentuada do débito cardíaco e pode ser fatal se as medidas adequadas não forem tomadas prontamente.

O processo de desfibrilhação baseia-se na aplicação de energia elétrica diretamente ao coração de forma controlada.

Em ambiente hospitalar apenas são usados desfibrilhadores manuais. Isto acontece em unidades de tratamento intensivo, salas de cirurgia e outros ambientes que contem com a presença de médicos. Este cuidado é exigido, pois o dispositivo só pode ser usado por profissionais treinados e qualificados nesta utilização específica. Afinal, a regulação do aparelho é manual, ao contrário do automático (DEA) que regula a carga de energia adequada sem que o operador precise fazer qualquer tipo de configuração.

Para a realização de testes de verificação de boa funcionalidade do desfibrilhador são aplicados diferentes valores de energia. Como exemplo, durante o estágio foi usual testar os desfibrilhadores com valores de energia baixos até à energia máxima recomendada, ou seja dos 0 J (Joules) aos 360 J. Por norma foram realizados 3 testes, o primeiro teste com uma energia de 50 J o segundo com uma energia média de 150 J e à energia máxima de 360 J

O aparelho tem duas pás que recebem um gel condutor que são posicionadas no peito do paciente e que são posteriormente carregadas, conforme a necessidade. Após a fibrilhação cardíaca ser identificada pelo aparelho, deve ser feita uma análise do quadro do paciente a fim de definir a intensidade do choque ou da carga elétrica que será aplicada.

Na fibrilhação, o principal problema é que as fibras musculares do coração são continuamente estimuladas pelas células adjacentes, para que não exista sucessão sincronizada de eventos que acompanhem a ação do coração [1].

A fibrilhação ventricular pode ser convertida num ritmo mais eficiente (Figura 80) aplicando um choque de alta energia no coração. Esse aumento repentino de energia no coração faz com que todas as fibras musculares se contraíam simultaneamente. Possivelmente, as fibras podem então responder a impulsos fisiológicos normais de marca-passo (*pacemaker*) [1].

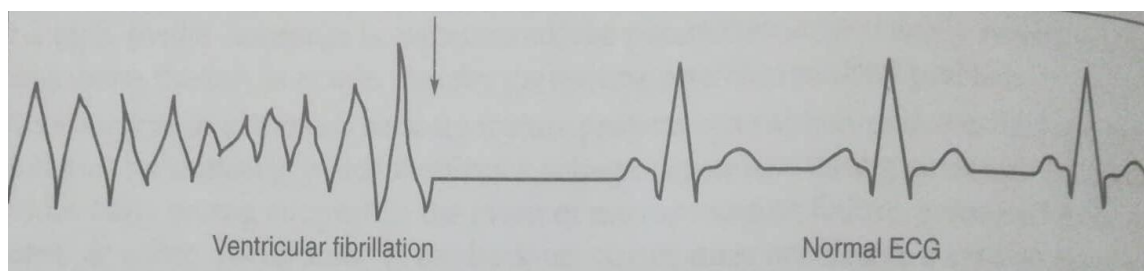


Figura 80 - Restauração do ritmo normal no coração depois de um choque de corrente contínua [1]

Antes da descarga, o operador seleciona a energia desejada. O microprocessador determina o valor correspondente da energia armazenada, levando em consideração a resistência interna do desfibrilhador e a impedância do paciente.

A energia de armazenamento correspondente é detetada e regulada pelo microprocessador do desfibrilhador. A corrente de descarga passa por um transformador e um sensor de corrente colocado no circuito. O uso de um transformador fornece isolamento à terra para o circuito do paciente, fornecendo um método simples para medir a corrente de descarga (Figura 81) [1].

Estas medições são feitas automaticamente nos equipamentos modernos. O diagrama simplificado dos circuitos de controle e registro de descarga deste tipo de desfibrilhador é mostrado na Figura 81.

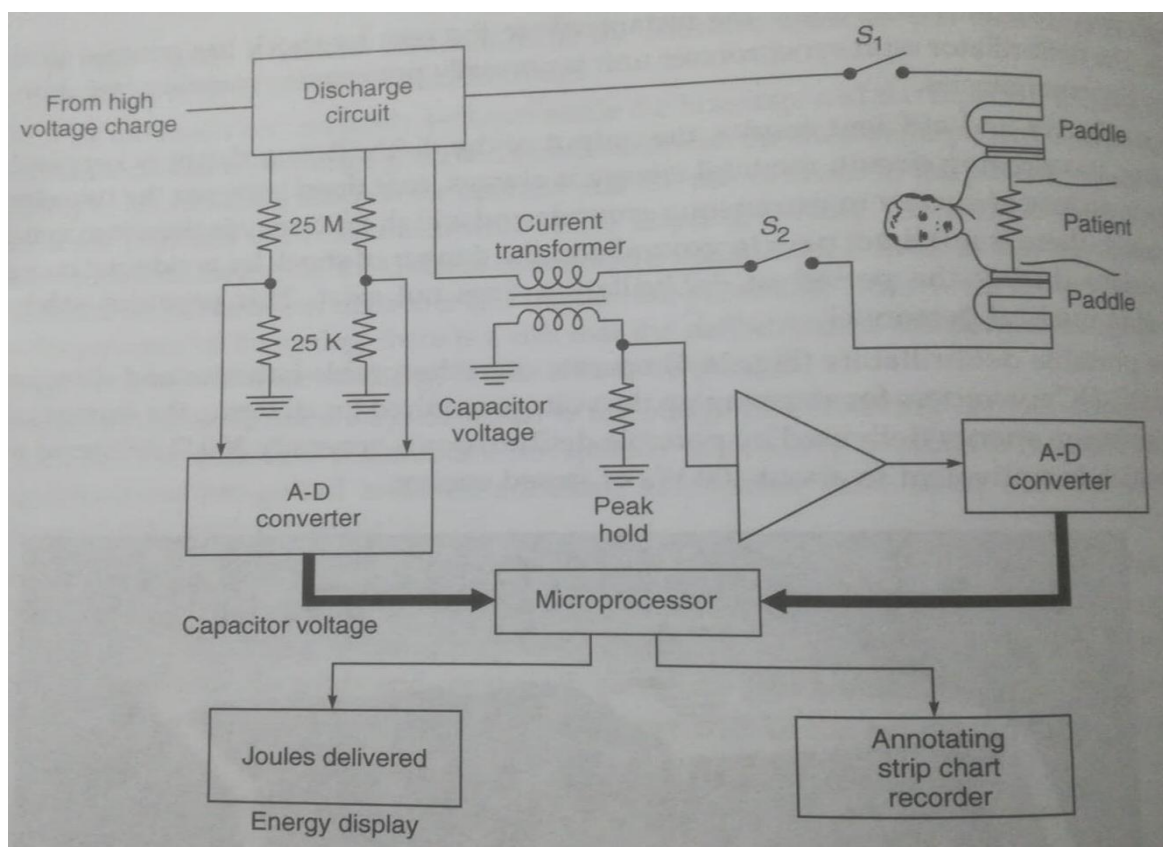


Figura 81 - Diagrama de controle de descarga de desfibrilhadores [1]

6.5.1 Principais avarias em desfibrilhadores

As principais marcas de desfibrilhadores intervencionados, com ações de manutenção, foram a *Mindray*, a *Zoll* e a *Bexen* de vários modelos.

As avarias mais comuns em desfibrilhadores resultam de problemas de armazenamento de energia, ou seja, de baterias, que devido ao envelhecimento natural e utilização, ficam com pouca capacidade de armazenamento de energia. Os desfibrilhadores por serem um equipamento de emergência autónomo da rede elétrica têm de ter bateria para quando for necessária a sua utilização. Alguns destes monitores possuem um botão na bateria onde é apresentado ao operador a quantidade de energia acumulada na bateria. Caso a bateria não se encontre nas condições ideais procede-se à sua substituição.

Por vezes existem avarias nas pás de desfibrilhação ou no terminal de conexão das pás ao desfibrilhador como é o caso ilustrado na Figura 82. Neste caso um dos pinos partiu-se no interior da ligação das pás. Nestes casos, pede-se um orçamento à marca apenas para o material danificado e é realizada a sua substituição.

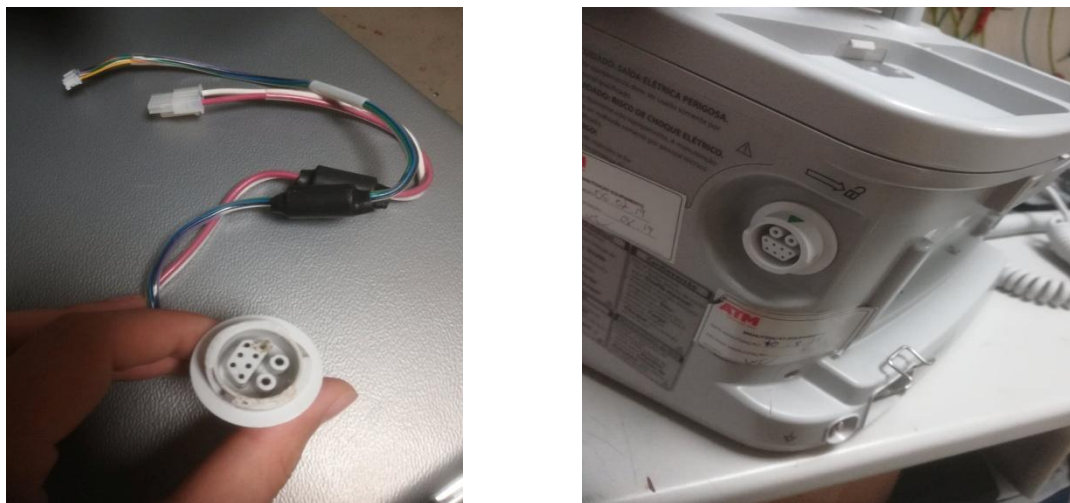


Figura 82 - Terminal de ligação das pás com pino partido no interior

6.6 Reparação de Microscópios Cirúrgicos

O microscópio cirúrgico é um equipamento utilizado em cirurgias com o objetivo de aumentar o campo de visão do médico cirurgião. É normalmente utilizado em cirurgias neurológicas uma vez que o a anatomia do sistema nervoso apresenta pequenas dimensões, logo as cirurgias são difíceis de realizar a olho nu. O microscópio cirúrgico funciona como uma lente de aumento evidenciando as estruturas anatómicas e facilitando a visualização do campo operatório (Figura 83) [33].



Figura 83 - Microscópio cirúrgico Leica M525 F50

Estes microscópios da marca *Leica* possuem uma tecnologia avançada denominada de "FusionOptics". Esta tecnologia une uma melhor profundidade do campo de visão com a alta resolução e proporciona uma visualização muito completa e detalhada [34].

Tecnologia de FusionOptics (Figura 84) [34]:

1. Dois caminhos de luz separados.
2. Um caminho de luz fornece alta resolução.
3. O outro fornece a profundidade do campo.
4. O cérebro do utilizador combina as duas imagens numa única imagem espacial.

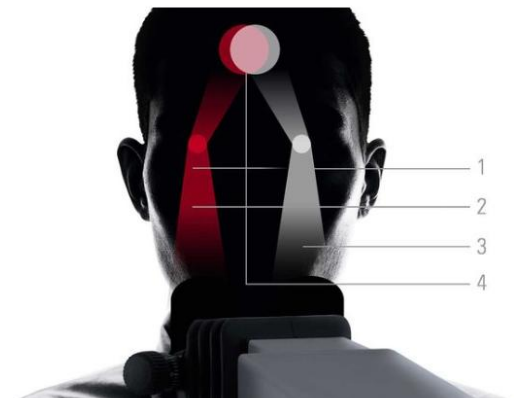


Figura 84 - Tecnologia FusionOptics [34]

6.6.1 Principais avarias em microscópios cirúrgicos

As principais marcas de microscópios cirúrgicos intervencionados com ações de manutenção corretiva foram a *Leica*, a *Zeiss* e a *Moller-Wedel* de vários modelos.

Maioritariamente as avarias em microscópios cirúrgicos acontecem no alinhamento das lentes ou devido a lâmpadas fundidas ou no final das horas de funcionamento aconselhadas pelo fabricante. Devido a utilização e envelhecimento, podem também surgir avarias a nível dos cabos que ligam o sistema das lentes ao processador de vídeo e ao monitor assim como mau funcionamento de botões como é o caso ilustrado na Figura 85 e Figura 86. O interruptor do microscópio estava queimado pelo que se procedeu à sua substituição.



Figura 85 - Microscópio cirúrgico *Leica M525 F50*



Figura 86 - Substituição de interruptor ON/OFF

Na Figura 87 é exemplificado um caso em que as lentes estavam danificadas e a roda de *zoom* partida. Foi efetuada a sua substituição.



Figura 87 - Lente e roldana do microscópio cirúrgico danificados

6.7 Ações de manutenção corretiva a Incubadoras

As incubadoras têm como objetivo simular condições especiais no seu interior, semelhantes às que um recém-nascido teria no útero materno adequadas ao seu crescimento e desenvolvimento. A incubadora é uma espécie de berço revestido por um habitáculo de plástico transparente, com aberturas nas laterais para se poder aceder ao bebé e fornecer-lhe todo o tipo de cuidados sem que seja necessário retirá-lo do seu interior, já que a incubadora contém instrumentos que permitem controlar com precisão a temperatura, a humidade e a concentração de oxigénio no seu interior.

Existem dois tipos de incubadoras:

- Incubadoras neonatais;
- Berços aquecidos.

As **incubadoras neonatais** são um equipamento médico hospitalar utilizado com a função de auxiliar na manutenção do equilíbrio térmico de recém-nascidos prematuros. Além disso, a incubadora controla o teor de oxigénio e a humidade do ar circulante no interior da câmara, e emite uma luz e nível sonoro apropriado para o recém-nascido. Para que a temperatura interna fique constante e ajustada corretamente, a incubadora possui um motor elétrico, que aciona um dispositivo com a função de fazer com que o ar aquecido fique circulando restritamente naquele ambiente. A incubadora neonatal favorece o desenvolvimento, crescimento, resistência a doenças e sobrevivência dos recém-nascidos (Figura 88) [35] .



Figura 88 - Incubadora neonatal *Drager Caleo*.

Componentes da incubadora neonatal [35]:

- Cúpula: Isola o recém-nascido do meio externo e faz com que o ar circule apenas em ambiente fechado. É feita de acrílico transparente para possibilitar a visualização do recém-nascido;
- Portas, entradas laterais e frontais que permitem acesso ao recém-nascido para a introdução de eletrodos, tubo para ventilação pulmonar, entre outros;
- Circuito da monitorização da temperatura: um dos sensores é colocado onde o ar tem acesso à cúpula, e são colocados sensores sobre a pele do recém-nascido. Além de terem os dispositivos de controlo, todas as incubadoras possuem termostatos de segurança que a desligam automaticamente, acionando alarmes de segurança sempre que a temperatura atingir 38° C;
- Sistema de circulação de ar: O ar quente acede à região próxima dos pés do recém-nascido, existe um ventilador na entrada de ar do sistema de circulação. O aquecedor é colocado de forma que a resistência não entre em contato com a carcaça da incubadora;
- Filtro de poeiras;
- Entrada de O₂;
- Circuito de alarme;
- Humidificador;
- Oxigenação;
- Controlo de posicionamento do recém-nascido;
- Fonte de alimentação;

- Chave geral;
- Sensores de temperatura e de oxigênio.

Os **berços aquecidos** são um equipamento utilizado para os primeiros momentos de vida do recém-nascido. É composto por paredes de acrílico que possibilitam a visualização e acesso ao bebê e impedem que ele sofra alguma queda. Possui um aquecedor radiante localizado na área do colchão. O aquecedor radiante elimina as perdas de calor por radiação e condução, mas não as causadas por convecção e evaporação, as quais a incubadora consegue eliminar.

O berço aquecido ajuda a estabelecer um estado metabólico mínimo e mantém a temperatura do recém-nascido dentro da faixa normal. A incubadora neonatal não pode ser substituída pelo berço aquecido [35] (Figura 89).



Figura 89 - Berço aquecido *Drager Babytherm 8004*

Componentes do berço aquecido:

- Sistema de calor radiante com iluminação auxiliar;
- Sistema de monitorização;
- Prateleiras auxiliares giratórias para monitores, bombas de infusão, etc;
- Cama hidráulica;
- Suporte de soro/ ventilador portátil;
- Módulo de reanimação completo.

As principais diferenças entre a incubadora e o berço aquecido são:

- O berço aquecido elimina as perdas de calor por radiação e condução;
- A incubadora neonatal anula as perdas de calor por radiação, condução, convecção e evaporação.

Perdas de calor por [35]:

- Evaporação: corresponde à perda insensível de água pela pele. As principais causas dessa perda são pele ou coberta molhadas e baixa humidade do ambiente ou do ar inspirado;
- Condução: perda de calor do recém-nascido para uma superfície fria em contato com ele;
- Convecção: ocorre quando o recém-nascido fica exposto a uma corrente de ar mais fria que ele. Isso ocorre logo que é exposto ao meio externo. A manutenção preventiva das entradas e portas laterais fechadas são métodos importantes para prevenção deste tipo de perda de calor.
- Radiação: é o tipo de perda de calor do recém-nascido para objetos ou superfícies mais frias que não estão em contato com ele. A principal causa dessa perda é a grande área da pele exposta a ambiente frio. Um recém-nascido despido na incubadora perde calor para as paredes da mesma.

6.7.1 Principais avarias de incubadoras

As principais marcas de incubadoras intervencionadas, com ações de manutenção corretivas foram a *Dräger*, *Medix*, *Ohmeda* e *Atom* de vários modelos.

Geralmente as avarias mais comuns identificadas nas incubadoras são o mau funcionamento dos sensores de O₂ (Figura 90) e outros componentes danificados após utilização prolongada, pelo que o procedimento normal é proceder à substituição dos mesmos.

Nas incubadoras temos de ter uma atenção redobrada ao nível de ruído, este não deve ultrapassar os 50 dB, para não prejudicar a audição sensível dos recém nascidos, e eventualmente causar problemas futuros. A Eletromedicina possui um medidor de ruído, não só para ser utilizado em manutenções preventivas mas também para verificar eventuais ruídos que sejam detetados na intervenção de uma manutenção corretiva, caso exista um ruído demasiado elevado procede-se a uma verificação geral do estado da incubadora.



Figura 90 - Sensor de O₂

6.8 Avarias em Eletrobisturis

O eletrobisturi é usado para auxílio de corte de tecidos (cauterização) limitando o sangramento (coagulação). Existem também eletrobisturis de pequenas dimensões com menos potência para uso geralmente em dermatologia, para remoção de pequenos sinais.

O equipamento tem no nome "eletro" precisamente porque utiliza eletricidade para realizar incisões, que em contacto com a pele promove o corte/coagulação evitando assim hemorragias.

A energia é produzida por um gerador possibilitando a passagem de corrente alternada através da peça de mão para o corpo do paciente com elevada frequência e potência.

Existem duas técnicas de utilização do eletrobisturi: monopolar e bipolar como foi dito anteriormente. Segundo a técnica monopolar, o eléctrodo neutro está distante do eléctrodo ativo, pelo que a corrente eléctrica tem de atravessar o corpo humano. O eléctrodo ativo é utilizado no tecido-alvo, enquanto o eléctrodo neutro fica em contato com a pele do paciente. Já no sistema bipolar, o eléctrodo positivo e o eléctrodo neutro são colocados bastante próximos, limitando o fluxo da corrente eléctrica (Figura 91). No modo bipolar a energia apresenta maior concentração próxima dos eléctrodos, o que permite menor dispersão térmica no tecido e a utilização de menor potência do gerador para ação terapêutica o que diminui os riscos de queimaduras graves internas como acontece em alguns casos no modo monopolar. Adicionalmente neste modo existe redução na produção de fumo, favorecendo a visualização. Por estes motivos, a utilização de energia em modo bipolar tem sido recomendada e tem aumentado nas cirurgias [36].

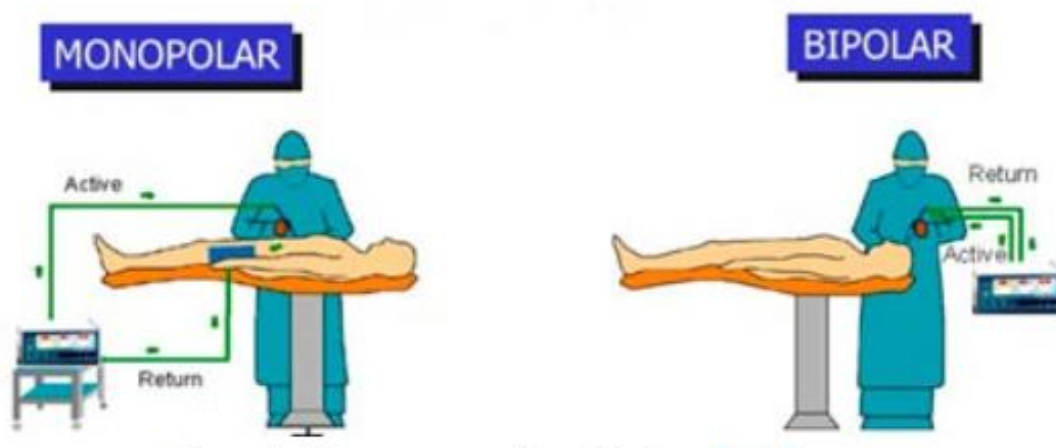


Figura 91 - Sistema monopolar e bipolar

6.8.1 Principais avarias em eletrobisturis

As principais marcas de eletrobisturis intervencionados são da *ValleyLab*, *Conmed*, *Gynecare*, *Celon Lab*, *Mitek*, *Sutter*, *Erbe*, *Giester*, *Olympus*, *Alsatom*, *KLS Martin*, *Gynecare*, *Covidien*, *Surtron* e *Hyfrecator* de vários modelos.

Normalmente as avarias mais comuns de eletrobisturis são a nível de desgaste que se evidencia nos cabos e pedais:

- Cabo de neutro;

- Cabo monopolar;
- Cabo bipolar;
- Adaptador para o pedal (Figura 92 (a)).

Avarias nos pedais:

- Cabos danificados;
- Terminais com pinos partidos (Figura 92 (b));
- Mau contacto nos pedais.



(a)



(b)

Figura 92 - Acessórios de eletrobisturi (a); Pedal com pinos partidos (b)

6.9 Ações de manutenção corretivas em Lasers

Os Lasers são utilizados principalmente no serviço de dermatologia, sendo que o termo Laser corresponde à sigla inglesa para *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*. Ou seja, na prática, é uma tecnologia que tem como finalidade produzir radiação eletromagnética utilizada para diversas finalidades.

O centro de dermatologia do HCD dispõe de uma moderna tecnologia laser adequada a cada situação [3]:

- Laser de CO₂ fracionado para combate ao envelhecimento;
- Laser de *alexandrite* para remoção de tatuagens e manchas de envelhecimento;
- Laser de *neo-yag* para lesões vasculares e varicosidades;
- Radiofrequência no combate à flacidez;
- Tratamento led para fotorejuvenescimento.

Um dos Lasers intervencionados durante o estágio foi o Laser *Candela ALEXLAZR* que é um laser de Alexandrite com comutação Q e foi projetado para a remoção de tatuagens e lesões pigmentadas cutâneas benignas. Com um comprimento de onda nominal de 755 nm, a irradiação laser é absorvida seletivamente pelo pigmento alvo, com efeito mínimo no tecido circundante [37].

Todos os lasers contêm um sistema de refrigeração. A energia consumida no laser faz aumentar a temperatura na cabeça do laser, que é refrigerada pela circulação de água destilada a uma temperatura controlada.

6.9.1 Principais avarias em lasers

As principais marcas de lasers intervencionados, com ações de manutenção corretivas foram a *Candela* e *Lumines* de vários modelos.

As avarias mais comuns nos lasers têm a ver com desgaste devido à utilização: fugas de água, desalinhamento do laser e outras cujos erros são reportados no ecrã.

As fugas de água são eliminadas procedendo à reparação ou substituição da respetiva tubagem (Figura 93).

Normalmente é contactado o representante da marca do equipamento para efetuar a calibração e alinhamento em caso de desalinhamento do laser (Figura 94). Os erros que surgem indicam falta de água, problemas no pedal e problemas a nível de irradiação.

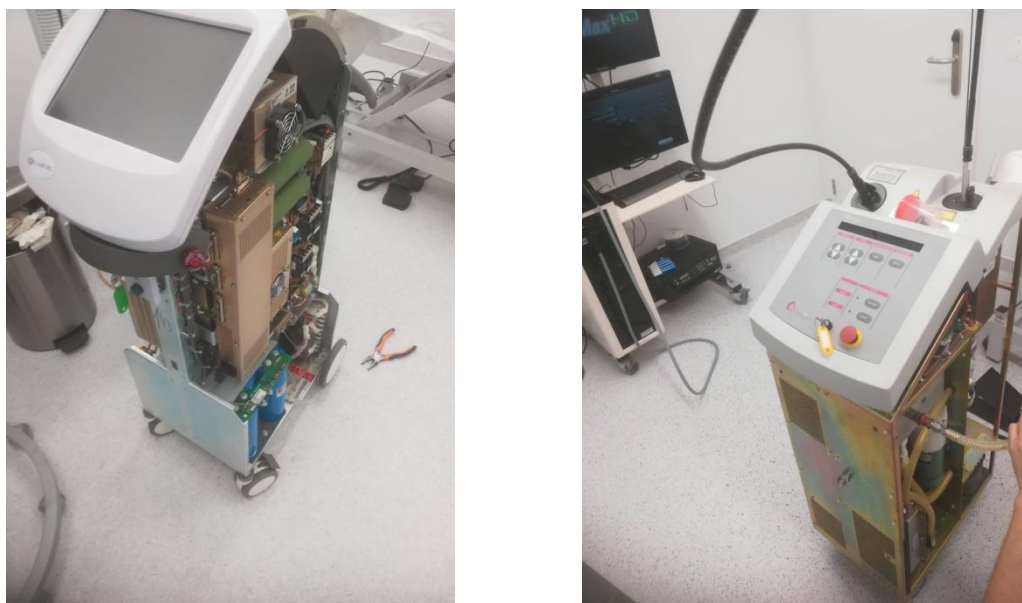


Figura 93 - Laser *Lumines* com erro de falta de água, Laser *Candela* com fuga de água

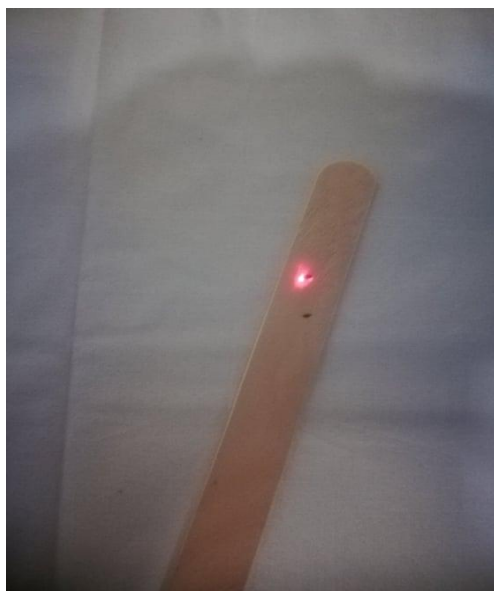


Figura 94 - Desalinhamento entre a luz visível guia do laser e a incidência

6.10 Ações de manutenção corretivas em Marquesas Cirúrgicas

As marquesas cirúrgicas fazem parte dos Equipamentos de Eletromecânica Médica (EEM), ou seja o equipamento contém uma componente mecânica relevante para além da eletrônica comum aos equipamentos anteriores.

As marquesas cirúrgicas são ajustáveis em variadas posições para colocar o paciente numa posição correta e para facilitar o trabalho do cirurgião. Estas marquesas possuem um comando que permite ao cirurgião posicionar o paciente. Algumas marquesas tem a base fixa ao chão sendo que a parte superior da marquesa é móvel. Desta forma é possível transportar o doente na parte superior com um carrinho e posteriormente acoplar a parte móvel na base, sendo então retirado o carrinho (Figura 95).



Figura 95 - Marquesas Cirúrgicas *Maquet* [38]

6.10.1 Principais avarias em marquesas cirúrgicas

As principais marcas de marquesas cirúrgicas intervencionadas foram a *Maquet* e a *Trumph* de vários modelos.

As principais avarias detetadas neste tipo de marquesas foram relativas a problemas com os comandos que não recarregavam. Por vezes alguns botões deixam de funcionar pelo que é necessário abrir o comando e verificar a placa de circuito impresso (Figura 96). Ocasionalmente devido a quedas o comando fica demasiado danificado e procede-se à sua substituição, programando o novo comando para a marquesa em questão.



Figura 96 - Comandos de marquesas cirúrgicas *Maquet*

A base da marquesa possui um sistema de armazenamento de energia recarregável e por vezes existem problemas na ficha de conexão do cabo de alimentação, devido ao desgaste e à quantidade de líquidos que pode entrar na marquesa, impossibilitando o seu recarregamento e podendo originar um curto-circuito (CC) (Figura 97). Neste caso em concreto foi reparada a ficha de alimentação.



Figura 97 - Conexão da marquesa em CC

As marquesas também podem apresentar avarias nos acessórios e bases de apoio. Como exemplo, surgem acessórios danificados devido a quedas ou acessórios com elevado desgaste devido ao uso. É o caso das roldanas de apoio lateral, ou dos acessórios de suporte (Figura 98). Em caso de avaria estes acessórios são substituídos.



Figura 98 - Acessórios de suporte de marquesas

6.11 Ações de manutenção corretivas em Autoclaves

Os autoclaves ou esterilizadores a vapor fazem parte dos equipamentos de EEM, apresentando uma componente mecânica significativa.

Os esterilizadores a vapor são um equipamento fundamental em meio hospitalar. Estes equipamentos têm como objetivo esterilizar os instrumentos e materiais médicos termorresistentes garantindo assim a descontaminação e a destruição completa de microrganismos patogênicos caucionando a saúde dos pacientes.

O nome sugestivo dos esterilizadores indica o seu princípio de funcionamento. Os esterilizadores a vapor utilizam o calor húmido ou seja vapor de água saturado sobre pressão, para proceder à termocoagulação e desnaturação de proteínas enzimáticas e estruturais dos microrganismos causando a sua morte e consequentemente a descontaminação e esterilização dos instrumentos no interior.

Estes equipamentos contêm geralmente um termómetro para que seja possível monitorizar o processo de esterilização. Uma bomba de vácuo é responsável por remover o ar no interior da câmara depois do encerramento das portas. Outros componentes mecânicos que estão incluídos num autoclave são electroválvulas, purgadores, filtros, manómetros para verificação da pressão interior e uma caldeira a vapor para aquecer a água.

O modo de esterilização é escolhido estritamente levando em conta o material a ser processado, com determinada pressão e tempo necessário para o procedimento. Por exemplo, curativos e instrumentos cirúrgicos são tratados a 1 atm por 30 minutos [39].

Os autoclaves em que incidiram as intervenções de manutenção no HCD possuem duas câmaras sendo uma interna e outra externa (camisa).

Durante a esterilização é feito o controlo contínuo da temperatura do espaço entre as duas câmaras. O vapor que passa entre as câmaras serve para realizar a esterilização e depois fazer a secagem dos equipamentos cirúrgicos que são colocados no autoclave (Figura 99).



(a)



(b)

Figura 99 - Autoclave Matachana Miniclave 21E - Serviço de Maxilo -facial (a); Autoclaves Matachana S1000 - Serviço de Esterilização (b)

Teste Bowie-Dick

Este teste permite identificar o correto funcionamento do autoclave, e requer a sua realização diária pois é um procedimento de monitorização de rotina da esterilização. Neste teste é usado um pacote de folhas indicadoras (Figura 100) de esterilização com várias folhas no interior. Estas folhas identificam se o material passou pelo processo de esterilização, indicando a correta remoção de ar do autoclave e constatando que a bomba de vácuo foi eficiente. Neste caso a mudança de cor de forma uniforme indica que a operação foi adequada. O teste usado no HCD é o apresentado na Figura 100. Deve-se colocar o pacote do teste exatamente no centro do autoclave, este pacote contém vários blocos de folhas no interior, incluindo uma no meio com formato circular que deve alterar a cor inicial azul para cor de rosa devido aos processos de esterilização no interior do autoclave, indicando que o autoclave está a executar as suas funções de forma correta.

O perfil do programa a seleccionar no autoclave para o Teste Bowie-Dick usa os parâmetros seguintes [17]:

- Temperatura de exposição: 134 °C;
- Tempo de exposição: 3,3 minutos;
- Pulsos de vácuo fracionado: 8 pulsos + 3 pulsos;
- Tempo de secagem: 5 minutos.



Figura 100 - Teste Bowie-Dick

6.11.1 Principais avarias em autoclaves

Os principais modelos de Autoclaves intervencionados foram os modelos *130LF*, *M30*, da marca *Matachana* e os modelos *21E*, *S1000* e *SC500* da marca *Miniclave*.

As avarias mais frequentes que ocorreram em autoclaves foram provocadas por fugas de água. A solução do problema consistiu normalmente na substituição de tubos ou purgadores e/ou a um reaperto de braçadeiras. As falhas detetadas no teste Bowie-Dick aconteceram por vezes devido a mau funcionamento de válvulas e electroválvulas, pelo que se procedeu à sua substituição (Figura 101).

Problemas no ecrã do autoclave foram solucionados com a sua substituição. Foi detetada uma porta pneumática encravada, sem a possibilidade de abrir ou fechar, devido ao interruptor de trinco da porta ter ficado preso impossibilitando a subida da porta. A solução do problema foi o desbloqueio e a lubrificação do mesmo. Uma porta de um autoclave não abria devido a falha no pressostato da junta. O que acontece é que quando o pressostato indica que a junta tem pressão não é dada a ordem de pressurizar a junta.

Ocasionalmente nos miniclaves devido a elevada pressão interior e consequente alta temperatura, o sensor térmico do exterior desliga o sistema de aquecimento, condicionando o aumento da temperatura e da pressão interior.



Figura 101 - Electroválvula danificada

6.12 Ações de manutenção corretivas em Máquinas de lavar Endoscópios

As máquinas de lavar endoscópios fazem parte dos equipamentos EEM devido à grande componente mecânica que integram.

A endoscopia é um meio complementar de diagnóstico e terapêutica muito utilizado em ambiente hospitalar. No HCD a especialização para estes exames designa-se "exames especiais". Cada hospital possui pelo menos um equipamento de lavagem e desinfeção destes equipamentos. O HCD possui três máquinas de lavar endoscópios devido à elevada quantidade de exames diários realizados pelo serviço (Figura 102).

As características e complexidade destes equipamentos dificultam a sua limpeza e desinfeção o que obriga a procedimentos meticulosos e rigorosos no seu tratamento e manutenção. A falha destes procedimentos envolve um risco elevado de infeção cruzada. Tal implica que os profissionais de saúde devem ser treinados adequadamente para o correto uso, de forma a privilegiar a segurança de todos os envolvidos [40].

As máquinas de lavar endoscópios estão preparadas para lavar uma grande diversidade de equipamentos de endoscopia tendo capacidade de lavar dois endoscópios em cada lavagem com uma duração de 28 min aproximadamente, dependendo da escolha da lavagem.



Figura 102 - Máquinas de lavar endoscópios Olympus

6.12.1 Principais avarias em máquinas de lavar endoscópios

As principais marcas de máquinas de lavar endoscópios intervencionadas, nas ações de manutenção corretivas foram da marca *Olympus*, modelos *ETD 2*, *ETD 3* e *ETD4*.

As principais falhas ocorridas nestes equipamentos aconteceram devido a roturas dos tubos de ligação aos endoscópios no interior da máquina, pelo que se procedeu à sua substituição (Figura 103).

Estas máquinas possuem um teste de fugas geralmente realizado antes da sua utilização, possibilitando assim ter a certeza do seu correto funcionamento a nível de fugas. Caso o teste de fugas falhe, a máquina indica um erro sendo necessária uma verificação na tubagem.



Figura 103 - Tubagem de ligação aos dois endoscópios no interior, vermelho endoscópio 1, azul endoscópio 2

7. Conclusão

O estágio curricular realizado na ATM foi extremamente valioso para uma evolução profissional e pessoal. A integração num grande Hospital e numa grande empresa promoveu o amadurecimento pessoal e impulsionou um rápido desenvolvimento da autonomia na aplicação de ações de manutenção em ambiente hospitalar. O início do estágio foi caracterizado pela aquisição de conhecimentos e competências na proximidade dos colegas de Electromedicina, estudando as funcionalidades dos equipamentos para posterior correção de eventuais falhas. Foi ainda necessário assimilar o modo de trabalho da equipa, assim como, compreender e interagir com as ferramentas de *software* utilizadas para a atividade de manutenção, com vista a perceber todos os processos de pedidos de cotação e para efetuar pedidos de manutenção externa.

Posteriormente no decorrer do estágio foi gradualmente desenvolvida autonomia na implementação de ações de manutenção, aplicando conhecimentos adquiridos em todo o percurso académico, que permitiram uma base de suporte para a resolução de inúmeras avarias. Esta autonomia e a capacidade de resolução de avarias contribuíram para aumentar a autoconfiança impulsionando por sua vez a motivação e a vontade de aprendizagem.

Perceber todos os processos de inventariação e dos planos de manutenção preventiva dos equipamentos permitiu consolidar a importância da gestão hospitalar.

No decorrer do estágio foram realizadas aproximadamente o mesmo número de ações de manutenção corretiva e preventiva. Este facto evidencia que poderia ser vantajoso melhorar os planos de manutenção preventiva. Ao aumentar as ações de manutenção preventiva diminuiriam muito provavelmente os custos globais da manutenção. No entanto a ação de reforço da manutenção preventiva deveria ser acompanhada de uma análise económica que comprovasse as vantagens esperadas.

O acompanhamento de empresas externas foi muito gratificante para uma aprendizagem mais aprofundada sobre alguns equipamentos fabricados pela marca respetiva. Por outro lado, o contínuo contacto com enfermeiros e médicos permitiu criar laços de entreajuda e de equipa, possibilitando assim uma perceção mais informada das avarias dos equipamentos.

O *software "Biomedical Toolkit"* teve um papel fundamental para a consulta rápida e em qualquer lugar, através de manuais técnicos e esquemas elétricos dos equipamentos intervencionados.

O estágio foi muito enriquecedor a nível académico, profissional e pessoal e considera-se que o objetivo principal de aprendizagem foi concretizado, com um balanço geral muito positivo, tanto a nível pessoal como profissional. O estágio proporcionou a aquisição de muitos novos conhecimentos técnicos e administrativos. Outro aspeto muito positivo a nível pessoal, foi a criação de laços de amizade e espírito de entreajuda, que proporcionaram uma fácil adaptação numa zona geográfica distante da residência e família.

Bibliografia

- [1] R.S.Khandpur, Biomedical Instrumentation-technology and applications, McGraw-Hill, 2015.
- [2] “ATM Manutenção Total,” [Online]. Disponível em: <https://atmtotal.com>. [Acedido em Março 2019].
- [3] “CUF Descobertas Hospital,” José de Mello Saúde , [Online]. Disponível em: <https://www.saudecuf.pt/unidades/descobertas/o-hospital/apresentacao>. [Acedido em Março 2019].
- [4] B. Standards, “Maintenance-Maintenance terminology,” 2010. [Online]. Disponível em: <http://irma-award.ir/wp-content/uploads/2017/08/BS-EN-13306-2010.pdf>. [Acedido em Março 2019].
- [5] Ibermansa, “IBERDATA Hospitalar,” [Online]. Disponível em: <http://www.iberdata.pt/p60-manutencao-pt>. [Acedido em Março 2019].
- [6] R. F. M. Marçal, F. Trojan e L. R. Baran, “Classificação dos tipos de manutenção pelos métodos de análises multicritério e electre tri,” [Online]. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2013/pdf/arq0338.pdf>. [Acedido em Março 2019].
- [7] E. A. G. Cisneros, “Estudo de teorias de manutenção. Tipos e tendências atuais,” [Online]. Disponível em: <https://www.monografias.com/pt/trabalhos3/estudo-teorias-manutencao-tipos-tendencias/estudo-teorias-manutencao-tipos-tendencias2.shtml>. [Acedido em Março 2019].
- [8] P. Inácio, “Material de apoio à UC de Manutenção de Equipamentos e Instalações,” ISEC, Coimbra, 2018.
- [9] IEC, “International Electrotechnical Commission,” 2019. [Online]. Disponível em: <https://www.iec.ch/>. [Acedido em Março 2019].
- [10] “INSTITUTO PORTUGUÊS DE ACREDITAÇÃO,” [Online]. Disponível em: <http://www.ipac.pt/>. [Acedido em Março 2019].
- [11] “International Organization for Standardization,” [Online]. Disponível em: <https://www.iso.org/home.html>. [Acedido em Março 2019].
- [12] KERDNA, “Gestão de Qualidade,” [Online]. Disponível em: <http://gestao-de-qualidade.info/iso-9001.html>. [Acedido em Abril 2019].
- [13] K. Compliance, “An Award Winning Test Company Helping Manufactures Design and Test Award Winning Products,” [Online]. Disponível em: <https://keystonecompliance.com>. [Acedido em Abril 2019].
- [14] B. Group, “Medical Devices,” 2017. [Online]. Disponível em: <https://www.bsigroup.com/pt-BR/medical-devices/our-services/>. [Acedido em Abril 2019].
- [15] Entran, “Ensaios de segurança elétrica de equipamentos médicos conforme a norma

-
- IEC 62353,” [Online].
Disponível em: <http://www.segurancaeletrica.org/lgi2000/lgi2000.html>. [Acedido em Abril 2019].
- [16] “mmprotek,” 2019. [Online]. Disponível em: <https://www.mmprotek.pt>. [Acedido em julho 2019].
- [17] C. Teixeira, *Biomedical Toolkit*.
- [18] “NextBitt Busines Techonologies,” [Online].
Disponível em: <http://nextbitt.com/>. [Acedido em Abril 2019].
- [19] DIMAVE, 2019. [Online]. Disponível em: <https://dimave.com.br/>. [Acedido em Abril 2019].
- [20] M. d. S. Uva, P. Victorino, R. Roquette, A. Machado e C. M. Dias, “Prevalência e Incidência de Hipertensão arterial na população portuguesa,” Instituto Nacional de Saúde, 1 Janeiro 2004. [Online].
Disponível em: from: [http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/2980/1/Relatório Hipertensão arterial.pdf](http://repositorio.insa.pt/bitstream/10400.18/2980/1/Relatório%20Hipertens%C3%A3o%20arterial.pdf). [Acedido em Maio 2019].
- [21] “Performance verification of HP/Agilent/Philips fetal monitors whit the PS320 Fetal Simulator,” FLUKE Biomedical Digital Library , [Online].
Disponível em:
https://www.flukebiomedical.com/sites/default/files/resources/ps320_appnote_performanceverification_ENG_A_W.PDF. [Acedido em Junho 2019].
- [22] Drager, “Technical Documentation Primus Anaesthetic Workstation,” [Online]. Disponível em: <https://www.scribd.com/doc/303642160/Drager-Primus-Service-Manual-En>. [Acedido em Julho 2019].
- [23] V. Santos, “Material de apoio à UC de Sistemas de Apoio à Vida, MIB,” ISEC, Coimbra, 2018.
- [24] G. D.Baura, *Medical Device Technologies - A System Based Overview Using Engineering Standards*, ACADEMIC PRESS, 2012.
- [25] D. J. Lynn-McHale e K. K. Carlson, “Oxygen Saturation Monitoring by Pulse Oximetry,” 2001. [Online]. [Acedido em Julho 2019].
- [26] “Instrumentos de Medição da pressão Arterial,” Instituto Português da Qualidade, 2016. [Online]. [Acedido em Agosto 2019].
- [27] M. A. d. C. Alves, “Bombas de infusão: Operação, Funcionalidade e Segurança,” 2002. [Online]. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/83591/189848.pdf?sequence=1>. [Acedido em Agosto 2019].
- [28] “Webstore International Electrotehcnical Commission,” [Online]. Disponível em: <https://webstore.iec.ch>. [Acedido em Agosto 2019].
- [29] F. P. Marques, “Análise do perfil dos consumos de gases frescos anestésicos, durante a anestesia geral, em circuito fechado,” Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2008. [Online]. Disponível em:
[https://eg.uc.pt/bitstream/10316/9936/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Filipa%20Ma](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/9936/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Filipa%20Marques.pdf)

rques.pdf. [Acedido em Agosto 2019].

- [30] Paulsen, “Essentials of Anesthesia Delivery,” The Biomedical Engineering Handbook, 2000. [Online]. [Acedido em Agosto 2019].
- [31] Dräger, “Primus Manual de utilizador,” KGaA, Dräger Medical AG & Co., 2002.
- [32] I. EDAN INSTRUMENTS, “Manual de utilizador EDAN F9”.
- [33] A. D. F. D. SILVA, “portaleducacao,” [Online]. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com>. [Acedido em Agosto 2019].
- [34] Leica, “leica-microsystems,” [Online]. Disponível em: <https://www.leica-microsystems.com>. [Acedido em Agosto 2019].
- [35] medlins, “tencologias em sistemas biomédicos,” Maio 2014. [Online]. Disponível em: <http://tecsistemasbiomedicos.blogspot.com>. [Acedido em Agosto 2019].
- [36] “H.Strattner,” 2018. [Online]. Disponível em: <https://www.strattner.com>. [Acedido em Agosto 2019].
- [37] Candela Corporation, Manual de utilizador, 1999.
- [38] Maquet, “Getinge,” [Online]. Disponível em: <https://www.getinge.com>. [Acedido em Agosto 2019].
- [39] Techinfus, “Techinfus,” [Online]. Disponível em: <https://pt.techinfus.com>. [Acedido em setembro 2019].
- [40] GCL-PPCIRA, “chln,” [Online]. Disponível em: <http://www.chln.min-saude.pt>. [Acedido em setembro 2019].