



Mestrado em Instrumentação Biomédica

---

# **Processos de Manutenção Preventiva e Corretiva – Estágio na BTL Portugal**

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

Autor

**Rodolfo José Passadouro Silva**

Orientadores

**Doutora Fernanda Madureira Coutinho**

Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Eletrotécnica  
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

**Doutor Paulo Jorge Ribeiro da Fonte**

Professor Coordenador do Departamento de Física e Matemática  
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

**Dr. Tiago Bernardino Crespo**

BTL-Portugal

Coimbra, março, 2019



*Aos meus pais e irmã,  
Manuel, Cristina e Diana*



## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais, Manuel e Cristina e à minha irmã, Diana, sem quem nada teria sido possível. Por todo o apoio, paciência e incentivo, obrigado.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, que se tornou numa segunda casa nestes últimos anos e tornou possível a realização deste estágio, aos meus orientadores, Doutora Fernanda Coutinho e Doutor Paulo Fonte por todo o apoio e acompanhamento na elaboração deste relatório, obrigado.

À BTL Portugal e a todos os seus colaboradores, por todo o crescimento pessoal e profissional, por todos os bons momentos. Ao departamento técnico da BTL, Tiago Crespo e João Ricardo, por toda a aprendizagem, todo o acompanhamento e compreensão, obrigado.

Aos meus amigos e colegas de casa na mítica cidade de Coimbra, Ana, Cristiano e Diogo, por todo o apoio, por todos os fantásticos momentos ao longo destes anos, por serem a família longe de casa, obrigado.

Aos eternos amigos, Anabela, Andreia, Carine, Cindy, Rafaela e Rui, porque a vida não é só feita de trabalho, obrigado.

À minha namorada, Andreia, pelo apoio e força para enfrentar o desconhecido mundo profissional e pela paciência no decorrer da escrita do relatório de estágio, obrigado.

A toda à minha restante família que sempre fez parte desta aprendizagem, que sempre apoiou e me fez crescer como pessoa, obrigado.

Ao meu avô, que me segue lá de cima, obrigado.



## Resumo

No âmbito da Unidade Curricular Projeto/Estágio do Mestrado em Instrumentação Biomédica, foi efetuado um estágio curricular na empresa BTL Portugal, o qual decorreu entre os meses de janeiro e junho de 2018, tendo sido elaborado o presente relatório, que ambiciona documentar todas as competências adquiridas e tarefas realizadas ao longo do estágio.

Com o constante desenvolvimento de tecnologia e com a crescente complexidade dos equipamentos médicos disponíveis no mercado, tem-se tornado cada vez mais necessária a existência em ambiente hospitalar de profissionais, com formação multidisciplinar, que permita uma melhor compreensão do seu funcionamento. É na resposta a essa necessidade de mercado que pode entrar o Engenheiro Biomédico, havendo uma crescente disponibilidade de vagas de emprego para serem preenchidas. Assim, o seu papel passa pela gestão, coordenação, planeamento e execução de ações de manutenção preventiva e corretiva de modo a manter os equipamentos nas condições de funcionamento especificadas pelo fabricante.

O estágio na BTL Portugal, com a integração no seu departamento técnico, permitiu uma aprendizagem dos processos de manutenção, entender o papel de cada membro da equipa nesses mesmos processos, aprender métodos de trabalho na resolução de problemas assim como na estruturação de intervenções nos equipamentos. Estes conhecimentos aplicados em contexto real permitem ter uma muito melhor visão do mercado de trabalho que de outro modo não é possível adquirir.

De um ponto de vista pessoal foi também uma experiência de grande importância tendo promovido a introdução a pessoas novas, nomeadamente colegas da empresa e clientes, que proporcionaram um grande apoio nos processos de aprendizagem durante todo o tempo de estágio, catalisando também o desenvolvimento de um maior à vontade para contacto com pessoas novas em ambiente profissional.

Palavras Chave: Mestrado em Instrumentação Biomédica; BTL Portugal; Equipamentos médicos; ISEC; Manutenção



## **Abstract**

*In the scope of the curricular unit Projeto/Estágio integrated in the master's in biomedical Instrumentation, an internship was held at BTL Portugal between January and June of 2018 this report was redacted, with the aim to document all the acquired knowledge and work done during the internship.*

*With the constant development of technology and the increasing complexity of the medical equipment available on the market, it has become increasingly necessary the presence of professionals with multidisciplinary training and consequently, a better understanding of its operation. In response to that market need, we might see an increase in jobs for Biomedical Engineers. Thus, its role is to coordinate, plan, manage, execute and carry out preventive and corrective maintenance actions in order to keep the equipment under the operating conditions specified by the manufacturer.*

*The internship at BTL Portugal's technical department allowed for a learning of maintenance processes, the role of each team member in these same processes, working methods to solve technical problems as well as structuring interventions in the various equipment. The application of the theoretical knowledge on the field allowed for a much better understanding of the job market that otherwise could not be acquired.*

*From a personal point of view, it was also an experience of more significant importance as it allowed meeting new people, other employees and various clients which allowed for a greater learning experience, also catalyzing the development of a bigger willingness to contact with new people in a professional environment.*

*Key Words: Masters in Biomedical Instrumentations; BTL Portugal; Medical Equipment; ISEC; Maintenance*



# Índice

<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação e Enquadramento	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Instituição de Acolhimento	2
1.3.1 Organigrama da Empresa	3
1.3.2 Áreas de Negócio / Atividade	4
1.4 Estrutura do Documento	4
<b>2. Revisão da Literatura</b>	<b>7</b>
2.1 Visão Geral – Passado, Presente e Futuro	7
2.2 Tipos de Manutenção	8
2.2.1 Corretiva	8
2.2.2 Preventiva	9
2.3 Normas na Manutenção	10
2.3.1 IEC 60601	10
2.3.2 IEC 61140	11
2.3.3 IEC 62353	12
2.4 Processos de Manutenção na BTL Portugal	12
<b>3. Gama de Equipamentos com Tecnologia BTL</b>	<b>13</b>
3.1 Equipamentos de Fisioterapia	13
3.1.1 Unidades Combinadas	13
3.1.1.1 Ultrassons	14
3.1.1.2 Laser	15
3.1.1.3 Magnetoterapia	16
3.1.1.4 Eletroterapia	17
3.1.1.5 Ondas de Choque	18
3.1.2 Gama 6000	19
3.1.2.1 Pressoterapia	19
3.1.2.2 TR Therapy	20
3.1.2.3 Laser de Alta Intensidade	20
3.1.2.4 Sistema Super Indutivo	21
3.1.3 CPMotion	21
3.2 Equipamentos de Cardiologia	22
3.2.1 BTL <i>Cardioint</i>	22
3.2.2 ECG de Repouso	22
3.2.3 Provas de Esforço	24
3.2.4 <i>Holter</i>	24
3.2.5 Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial	25

3.2.6	Espirometria.....	26
3.2.7	Prova de Exercício Cardiorrespiratória .....	26
3.3	Equipamentos de Estética .....	27
3.3.1	<i>Vanquish Me</i> .....	28
3.3.2	<i>BTL Exilis</i> .....	28
3.3.3	<i>BTL Emsella</i> .....	29
3.3.4	<i>BTL Unison</i> .....	30
3.4	Princípio de Funcionamento dos Equipamentos.....	30
3.5	Considerações Finais .....	33
<b>4.</b>	<b>Intervenções nos Equipamentos.....</b>	<b>35</b>
4.1	Testes de Aceitação de Equipamentos.....	35
4.2	Manutenções Corretivas .....	36
4.2.1	Fisioterapia .....	37
4.2.2	Cardiologia .....	47
4.2.3	Medicina Estética.....	49
4.3	Testes e Calibração de Equipamentos .....	50
4.4	Entrega de Equipamentos .....	55
4.5	Considerações Finais .....	56
<b>5.</b>	<b>Conclusões e Propostas de Melhoria .....</b>	<b>57</b>
5.1	Conclusões .....	57
5.2	Propostas de Melhoria .....	57
	<b>Referências .....</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>61</b>

## Índice de Figuras

Figura 1 - Cronograma de estágio .....	2
Figura 2 - Logótipo da empresa [1].....	3
Figura 3 - Organigrama da empresa BTL Portugal.....	3
Figura 4 - Evolução da BTL [1].....	4
Figura 5 - Tipos de manutenção .....	8
Figura 6 - Símbolo CF em ECG BTL.....	11
Figura 7 - Exemplo de BTL-4000. (a) Professional; (b) Smart.....	14
Figura 8 - Exemplo de BTL-5000 .....	14
Figura 9 - Funcionamento sonda ultrassons .....	15
Figura 10 - Exemplo de Sonda Laser.....	15
Figura 11 - Cluster Laser.....	16
Figura 12 - Tecnologia FMF.....	16
Figura 13 - Aplicadores de Magnetoterapia .....	17
Figura 14 - Eléctrodos de borracha para eletroterapia.....	17
Figura 15 - Eléctrodos de vácuo .....	18
Figura 16 - Aplicador de ondas de choque.....	18
Figura 17 - Exemplo de equipamento BTL-6000.....	19
Figura 18 - Acessórios de pressoterapia .....	19
Figura 19 - Aplicadores TR Therapy.....	20
Figura 20 - Aplicador de BTL – 6000 HIL .....	20
Figura 21 - Equipamento BTL-6000 SIS.....	21
Figura 22 - Equipamento CPMotion .....	21
Figura 23 - Equipamento BTL08-SD .....	23
Figura 24 - Equipamento BTL08-MT .....	23
Figura 25 - Equipamento BTL08-LT .....	24
Figura 26 - Passadeira de prova de esforço .....	24
Figura 27 - Registador Holter.....	25
Figura 28 - Equipamento de MAPA .....	26
Figura 29 - Aplicador de Espirometria.....	26
Figura 30 - ECG e Computador com módulo CPET .....	27
Figura 31 - Equipamento Vanquish Me.....	28
Figura 32 - Equipamento BTL Exilis .....	29
Figura 33 - Equipamento BTL Emsella .....	29
Figura 34 - Equipamento BTL Unison .....	30
Figura 35 - Efeitos da terapia.....	30
Figura 36 - Ecrã principal BTL -4000 Topline&Professional.....	31
Figura 37 - Esquema interior do BTL-4000 Topline&Professional .....	32
Figura 38 - Sonda de ultrassons .....	32
Figura 39 - Distribuição das diferentes atividades no decorrer do estágio .....	35
Figura 40 - Conector. (a) rodado;(b) funcional.....	37
Figura 41 - Exemplo de ligação danificada .....	37
Figura 42 - Exemplo de cabo danificado .....	38
Figura 43 - Componente Touch Memory .....	38
Figura 44 - Troca de corpo de cabeça de ultrassons .....	39
Figura 45 - Coneção interior de aplicador Handfree Sono .....	39
Figura 46 - Cabo danificado para troca.....	40
Figura 47 - Mau funcionamento da componente ótica .....	40
Figura 48 - Processo de troca de kit.....	41
Figura 49 - Aplicador. (a) Interior; (b) Válvula retirada .....	42
Figura 50 - Kit de substituição de válvula .....	42

Figura 51 - VAC I com equipamento de teste .....	43
Figura 52 - Ecrã. (a) com danos; (b) novo.....	44
Figura 53 - Tubo danificado. (a) dentro do equipamento; (b) retirado .....	44
Figura 54 - Cabo. (a) desconectado; (b) após a troca.....	45
Figura 55 - Placa com botão danificado à e botão novo ao seu lado .....	46
Figura 56 - Placa interna danificada .....	46
Figura 57 - Placa com vestígios de líquidos.....	47
Figura 58 - Teste de teclado ECG .....	47
Figura 59 - Transformador do ECG .....	48
Figura 60 - Interior de um ECG, zona da impressora.....	48
Figura 61 - Impressora. (a) danificada; (b) nova .....	49
Figura 62 - Chassis antigo danificado e chassis novo já com a placa interna do equipamento .....	49
Figura 63 - Aplicador Exilite .....	50
Figura 64 - Calibração Sonda Ultrassons.....	51
Figura 65 - Equipamento de teste de aplicadores de magnetoterapia .....	52
Figura 66 - Equipamento de teste de ECG .....	52
Figura 67 - Equipamento Fluke ESA612 e ligação para teste de segurança elétrica a ECG .....	53
Figura 68 - Seringa de calibração de Spiro .....	53
Figura 69 - Equipamento de teste Exilis .....	54
Figura 70 - Filtro Exilite .....	54
Figura 71 - Espaço de congresso no estádio do Sporting Clube de Portugal.....	56

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Unidades Combinadas .....	13
Tabela 2 - Gama Cardiológica.....	22
Tabela 3 - Gama de estética .....	27



## **Acrónimos**

ANSI	-	<i>American National Standards Institute</i>
ECG	-	Electrocardiograma
FMF	-	<i>Focused Magnetic Field</i>
HIL	-	<i>High Intensity Laser</i>
HMI	-	<i>Human Machine Interface</i>
IEC	-	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPQ	-	Instituto Português da Qualidade
ISC	-	<i>International Service Center</i>
ISO	-	<i>International Organization for Standardization</i>
ISEC	-	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
IoT	-	<i>Internet of Things</i>
LAN	-	<i>Local Area Network</i>
LED	-	<i>Light Emitting Diode</i>
MAPA	-	Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial
SIS	-	<i>Super Inductive System</i>
SOS	-	<i>Service Operations Support</i>
SWT	-	<i>Shockwave Therapy</i>
PCB	-	<i>Printed Circuit Board</i>
PM	-	<i>Product Manager</i>
HIFEM	-	<i>High Intensity Focused Electromagnetic Field</i>



# 1. Introdução

Com o desenvolvimento da sociedade e o avanço de toda a tecnologia ligada às várias vertentes da área médica, tem havido cada vez mais uma maior aposta no desenvolvimento de equipamentos que auxiliem o profissional de saúde no diagnóstico e tratamento dos pacientes. Como tal, é de grande importância que todos esses equipamentos estejam num perfeito estado de funcionamento. No entanto, com a sua utilização continuada é expectável e praticamente inevitável o desgaste e/ou avaria dos componentes que o integram, comprometendo o bom funcionamento do mesmo. Adicionalmente, é também necessário garantir, em cada momento, que o equipamento está efetivamente a funcionar de acordo com as normas do fabricante, assim como de acordo com as normas em vigor. É, por isso, importante garantir que um dado equipamento esteja a trabalhar em pleno, já que pode pôr em causa a saúde, bem-estar, e o tempo e qualidade de recuperação dos pacientes. Mais ainda, um equipamento que falhe devido a intervenções corretivas ou preventivas mal efetuadas pode provocar problemas jurídicos para a empresa responsável nos casos em que a vida do paciente tenha sido posta em perigo. Esse tipo de situações acaba por também provocar uma má imagem à empresa em questão no mercado, o que acaba por trazer uma diminuição do volume de negócios.

É então de elevada importância que seja feita a manutenção devida e adequada a cada tipo de equipamento de modo a prevenir, o mais possível, as paragens inesperadas, e, sempre que estas ocorram, fazer o seu diagnóstico e reparação o mais rapidamente possível. De forma a conseguir atingir estes objetivos é importante que os profissionais envolvidos tenham conhecimentos multidisciplinares e a devida formação para poderem lidar e trabalhar com os equipamentos assegurando assim a sua utilização segura por parte dos profissionais de saúde e utentes. Como tal, é frequente verificar-se que muitos dos profissionais da área são especializados numa determinada gama de equipamentos, estando profissionalmente associados a uma empresa que projete, desenvolva, fabrique e comercialize equipamentos próprios, assegurando a sua manutenção e bom funcionamento ao longo da sua vida útil de funcionamento.

## 1.1 Motivação e Enquadramento

O estágio curricular sobre o qual incide este relatório decorreu no âmbito do Mestrado em Instrumentação Biomédica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC), na Unidade Curricular de Projeto/Estágio e teve como objetivo a consolidação e aplicação, em ambiente laboral, dos conhecimentos adquiridos ao longo da formação académica, levando o aluno a desenvolver as suas competências técnicas e interpessoais, sendo uma excelente forma de introdução no mundo profissional. O estágio decorreu no Departamento Técnico da empresa BTL Portugal, empresa essa produtora de equipamentos na área da fisioterapia, cardiologia e medicina estética, com tecnologia própria.

A realização do estágio curricular inserido no departamento técnico, permitiu experienciar o dia a dia em ambiente profissional na área da manutenção biomédica, permitindo a aquisição de experiência prática e a percepção de todos os processos envolvidos, o que acaba por ter a vantagem de ajudar a decidir qual o exato ramo profissional em que o aluno se quer inserir no futuro.

## 1.2 Objetivos

Com o objetivo de servir como ferramenta de introdução ao mercado de trabalho, à filosofia comercial de uma empresa, assim como a toda a sua estrutura hierárquica foi elaborado um plano de estágio que pode ser representado graficamente com a Figura 1.

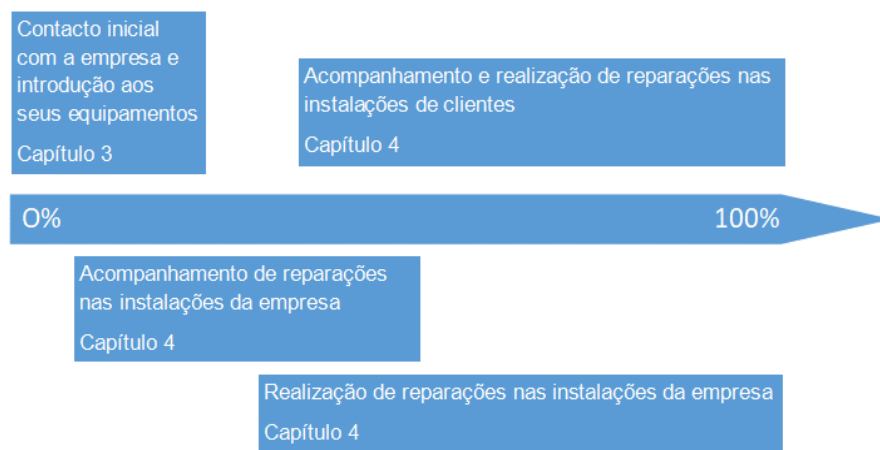


Figura 1 - Cronograma de estágio

No início do estágio decorreu toda a integração na empresa, passando pela apresentação da equipa, espaços, rotina diária e métodos de trabalho. Foram também disponibilizados manuais dos equipamentos com os quais iria haver interação de modo a ter um prévio conhecimento sobre a sua composição e funcionamento antes de interagir com os equipamentos propriamente ditos. Após a consolidação de alguns conhecimentos teóricos foi havendo contacto com equipamentos e os seus componentes, para assim se ir criando alguma familiaridade com os mesmos.

Findada essa fase inicial passou a haver um acompanhamento das reparações efetuadas, quer na empresa quer nas instalações dos clientes.

Com o passar do tempo e consolidação de conhecimentos começou a ser gerido e efetuado o processo de reparação em equipamentos, sempre supervisionado por um dos técnicos. Com o avançar do estágio foi havendo mais autonomia no diagnóstico, reparação e testes finais dos equipamentos, nunca dispensando a aprovação e palavra final por parte do técnico.

## 1.3 Instituição de Acolhimento

Em 1993 foi fundada, na República Checa, a empresa BTL (Figura 2), local onde até aos dias de hoje se encontra a sua sede mundial. É também aí que está localizado o ramo da empresa dedicado ao desenvolvimento de produto. Na Bulgária estão

presentes a fábrica e o centro internacional de assistência técnica. Em Portugal estabeleceu-se em 2008, sob o nome de BTL Portugal, tendo atualmente a sua sede em Odivelas onde se concentra o corpo de gestão da empresa, assim como o armazém e centro de assistência nacional. Atualmente, a empresa conta com presença em 54 países, distribuídos por 5 continentes [1].



Figura 2 - Logótipo da empresa [1]

### 1.3.1 Organigrama da Empresa

Em Portugal a empresa é composta por um diretor geral que coordena os vários departamentos dentro da empresa, sendo eles o departamento técnico, departamento comercial e departamento financeiro e administrativo (Figura 3).

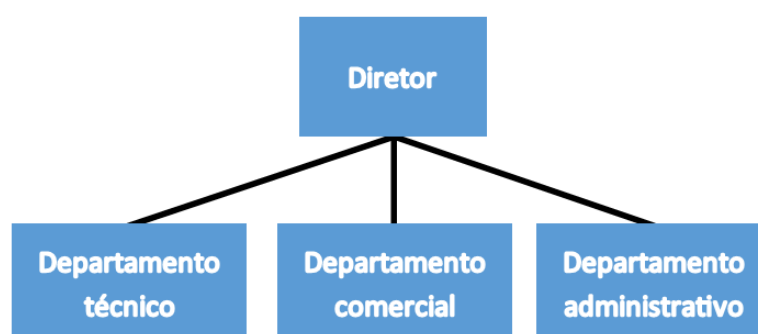


Figura 3 - Organigrama da empresa BTL Portugal

O estágio decorreu no departamento técnico, que, gerindo todas as manutenções preventivas e corretivas relativas aos equipamentos da empresa em território nacional está em contacto direto com os clientes. Tem como principais funções a gestão das manutenções, (programadas e solicitadas pelo cliente), a orçamentação e a gestão de contratos. Ao encargo do departamento técnico está também a gestão de *stock* de peças e material necessário para o correto cumprimento das suas funções.

O departamento está também em ligação com o *International Service Center* (ISC) onde é feita a resolução de problemas que exijam procedimentos ou equipamentos apenas existentes nas instalações da fábrica, na República Checa.

A formação internacional dos técnicos BTL, assim como o órgão de recurso para a reposta a questões técnicas mais particulares está a cargo do *Service Operations Support* (SOS). Hierarquicamente acima de tudo isso estão situados os *Product Manager* (PM) que têm a seu cargo todo o desenvolvimento de produto. São imprescindíveis para auxiliar e programar os processos de produção assim como delinear planos de manutenção e substituição de componentes, quer preventiva quer corretiva.

### 1.3.2 Áreas de Negócio / Atividade

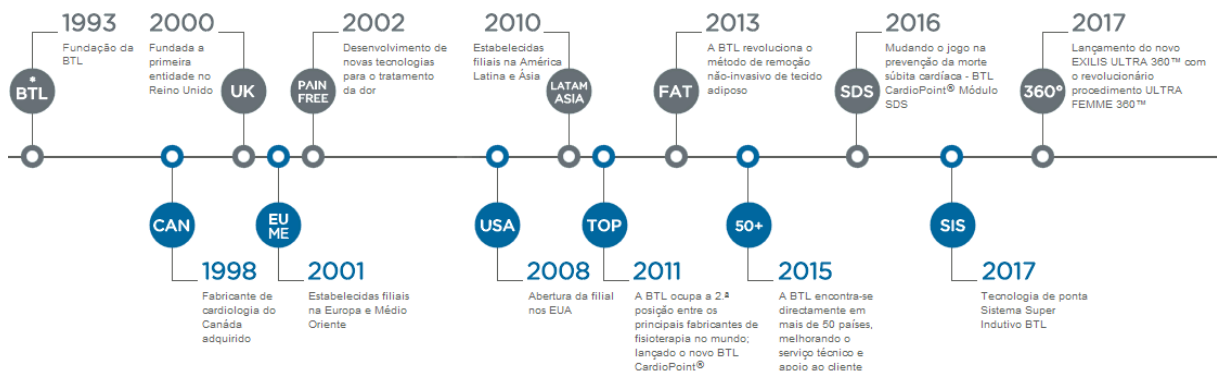


Figura 4 - Evolução da BTL [1]

Estando em constante expansão no que toca à sua área comercial e ao seu leque de equipamentos (Figura 4), podemos encontrar a presença da BTL em três áreas, Fisioterapia, Cardiologia e Espirometria, e Medicina Estética. Estando entre as grandes produtoras de equipamento de fisioterapia, a BTL aposta constantemente no desenvolvimento e inovação das suas ofertas nessa área. Em Cardiologia e Espirometria, encontra-se um conjunto de soluções de eletrocardiogramas, provas de esforço, analisadores de gases e *software* de integração e gestão dos vários módulos. Medicina Estética, sendo a aposta mais recente, é a área que tem a menor expressão volumica a nível de comercialização.

## 1.4 Estrutura do Documento

O relatório encontra-se dividido da seguinte forma:

- Capítulo 1 - É feito o enquadramento do estágio, sendo também apresentado o plano de trabalhos e a empresa de acolhimento.
- Capítulo 2 – Faz-se a apresentação da gama de equipamentos da empresa de acolhimento, com os quais o aluno foi tendo contacto ao longo do estágio.
- Capítulo 3 – É feita uma revisão teórica da evolução temporal e dos vários tipos de manutenção. São também abordadas algumas normas que estão intrinsecamente ligadas à construção e segurança elétrica dos equipamentos.
- Capítulo 4 – É feita a descrição de todo o trabalho realizado e /ou acompanhado pelo aluno no decorrer do estágio, quer a nível de reparações quer a nível de entregas de equipamentos a clientes.

- Capítulo 5 – Neste último capítulo do relatório estão presentes as considerações finais assim como algumas sugestões para melhorias futuras.
- Anexo – Neste anexo pode encontrar-se um relatório de um teste de segurança elétrica efetuado, ação importante para garantir o uso seguro dos equipamentos.



## 2. Revisão da Literatura

Este capítulo será uma abordagem teórica à manutenção. Torna-se importante ter uma percepção de como os conceitos e práticas de manutenção evoluíram ao longo dos tempos de acordo com as necessidades das indústrias e que previsões se podem fazer para o futuro analisando as tecnologias que estão a ser implementadas e desenvolvidas atualmente (Secção 2.1). Com essa evolução e adaptação às exigências do mercado foram criados vários conceitos e tipos de manutenção, que podemos dividir em dois grupos principais, Manutenção Corretiva (Secção 2.2.1) e Manutenção Preventiva (Secção 2.2.2). Como forma de garantir equipamento seguros e de qualidade foram desenvolvidas normas que definem medidas de proteção e métodos de construção assim como testes a fazer. Algumas dessas normas são também brevemente faladas neste capítulo (Secção 2.3).

### 2.1 Visão Geral – Passado, Presente e Futuro

Desde que o ser humano começou a usar utensílios para o auxiliar no seu dia-a-dia a manutenção dos mesmos sempre foi vista como um mal necessário, inevitável e indesejável. Com essa ideologia presente a manutenção era unicamente aplicada em casos de falha ou paragem do equipamento, ou quando o seu funcionamento já não satisfazia os critérios requeridos do mesmo. Aqui podemos encaixar o conceito de Manutenção Corretiva. Por volta das décadas de 50/60, foi introduzido o conceito de Manutenção Preventiva que pode ser dividido em várias vertentes: manutenção pré-programada, manutenção baseada em condições do equipamento e manutenção preditiva, que vão acompanhado a natural evolução tecnológica à medida que os próprios equipamentos se vão tornando capazes de monitorizar e reportar o seu estado de funcionamento através de sensores neles presentes [2] [3].

Nos últimos anos, a manutenção baseada em tempo de uso e na falha dos componentes têm cada vez mais vindo a demonstrar as suas limitações, provocando falhas totalmente imprevisíveis. Como o foco do desenvolvimento da manutenção tem sido a otimização de processos e eliminação de tempos de paragem, assim como a redução de custos e cada vez mais rápido diagnóstico das causas dos problemas, a natural evolução levou ao desenvolvimento de planos de manutenção de equipamentos incidentes nos princípios de manutenção preditiva, em vez de serem regidos por intervalos temporais. Com a crescente implementação da Internet das coisas (IoT – *Internet of Things*), tem-se observado um crescimento no uso de sensores e equipamentos com ligação à Internet que conseguem reportar o seu estado de funcionamento e taxa de degradação, podendo assim o utilizador planear e levar a cabo planos de manutenção eficientes, evitando paragens desnecessárias e prevenindo algumas falhas. Esta abordagem mostra-nos que o futuro dos processos de manutenção passa por uma monitorização em tempo real de cada componente através de sensores capazes de enviar a informação para os técnicos responsáveis [4].

## 2.2 Tipos de Manutenção

Na Figura 5 temos uma representação visual das várias vertentes da manutenção e como se relacionam entre si.

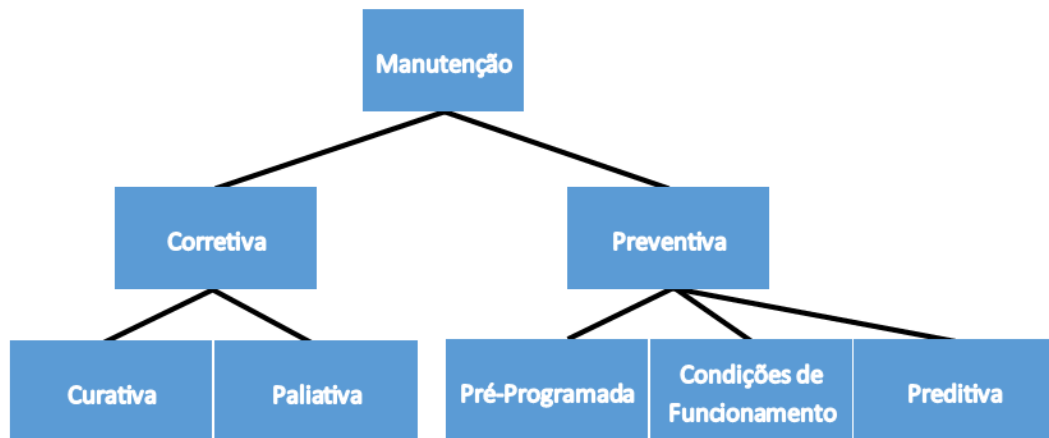


Figura 5 - Tipos de manutenção

### 2.2.1 Corretiva

Com a formalização dos diferentes tipos de manutenção surgiu o conceito de manutenção corretiva. Este tipo de intervenção, ocorrendo apenas quando da falha do equipamento em questão, passa por uma evolução do que se fazia anteriormente, já que utiliza este tipo de paragem e problemas para evoluir e melhorar a construção e funcionamento do equipamento, contribuindo assim para o aumento da sua fiabilidade e segurança, assim como fragilidades no seu design. Tudo isto contribui para uma conceção de produto com o objetivo de criar equipamentos sem necessidade de manutenção, eliminando assim paragens e custos associados.

A manutenção corretiva, como tudo, tem as suas vantagens e desvantagens. Por um lado, permite uma poupança de custos, já que apenas há intervenções quando são realmente necessárias, não exigindo assim um planeamento antecipado de intervenções, sendo apenas substituídas peças já no fim de vida. Por outro lado, leva a paragens inesperadas, que podem comprometer a produção de uma unidade industrial, ou até mesmo a segurança e bem-estar de um paciente numa unidade hospitalar.

Considerando a vida do equipamento, a sua tecnologia e até a sua utilidade pode até ser decidido que o custo de uma manutenção corretiva pode, ou não, ser vantajosa para a entidade proprietária do equipamento a ser intervencionado. O custo relacionado com intervenções técnicas a equipamentos passa por toda a soma de um conjunto de fatores, sejam eles mão de obra, custo de peças/materiais, custos de paragem. Toda a reparação tem a possibilidade de ficar proibitivamente dispendiosa, levando a que o caminho mais lógico possa ser o investimento num equipamento novo, normalmente tecnologicamente mais evoluído. No entanto, há situações em que as entidades não possuem capacidade financeira no momento para fazer esse

investimento, levando a que sejam aplicadas durante um longo período ações corretivas com o único objetivo de manter o equipamento nas mínimas condições aceitáveis de funcionamento, muitas vezes não sendo totalmente reparado. Este tipo de ação é conhecido como manutenção corretiva paliativa. Caso a reparação seja efetuada de uma forma correta e na sua totalidade, restaurando o funcionamento de acordo com as especificações do fabricante estamos perante manutenção corretiva curativa [2] [3] [5] [6].

### **2.2.2 Preventiva**

Introduzido nas décadas de 50 e 60 do século passado, este conceito atua como um método de prevenção de avarias inesperadas, prolongando assim a vida útil do equipamento. Pode ser dividida em três vertentes, uma de manutenção pré-programada baseada no tempo de uso do equipamento, não tendo em consideração a vida útil, quer do seu todo quer de cada componente. Esta foi a primeira abordagem ao conceito de manutenção preventiva. Como evolução começou-se a implementar uma manutenção baseada nas condições de funcionamento que, através de inspeções periódicas ou sensores que constantemente monitorizam o estado dos componentes, determinam, através da evolução do seu estado quando devem ser reparados ou substituídos, havendo assim um acompanhamento do seu desgaste em tempo real. Uma outra forma de implementar paragens planeadas passa pela manutenção preventiva preditiva. Esta abordagem planeia as paragens de acordo com previsões de tempos de vida dos componentes, não havendo monitorização do seu estado em tempo real.

A implementação desta abordagem na manutenção levou a todo um planeamento de paragens pré-programadas que podiam ser coordenadas com bastante antecedência, até mesmo na data de entrega de instalação do equipamento, com os serviços da instalação em questão, fosse a paragem de produção de uma unidade industrial, fosse a não marcação de serviços de saúde no caso de instalações de saúde. O cumprimento de tudo isto, conseqüentemente, resulta em menos paragens imprevistas. Durante essas paragens é normalmente feita lubrificação, limpeza, ajuste e troca de algumas peças, como já referido. Em alguns casos não é necessária a paragem propositada dos equipamentos para essas ações, podendo ser levadas a cabo pelos próprios utilizadores e não por técnicos dedicados a essas funções. No entanto, a manutenção preventiva pode levar a um gasto desnecessário, já que poderá ser feita a substituição de peças ainda em bom estado e que noutra abordagem não seriam intervencionadas. Considerando todos os fatores, e Independentemente das eventuais desvantagens económicas, atinge-se o objetivo principal desta filosofia, que passa pela redução ao máximo do tempo de paragem imprevisto.

Totalizando tudo, esse gasto adicional em peças e intervenções tem também como consequência, na grande maioria dos casos, o prolongamento da vida útil do equipamento, o que acaba por evitar investimentos avultados em novas compras podendo até ser mais vantajoso a longo prazo [3] [5] [7].

## 2.3 Normas na Manutenção

Na manutenção de equipamentos eletrónicos é importante que se tenha em atenção algumas normas de segurança elétrica de modo a se garantir a segurança dos utilizadores dos equipamentos. Como tal, são adotadas normas internacionais que estabelecem guias para a construção, manutenção e funcionamento dos vários equipamentos eletrónicos, médicos ou não.

A instituição que prepara e publica todas as normas para esses equipamentos é a *International Electrotechnical Commission (IEC)*, fundada em 1906, possuindo sede em Genebra, e conta com a presença de 60 países membros, fazendo parte deles Portugal e a República Checa, país origem da BTL. Outras organizações preparam e publicam essas normas para regiões específicas do globo, como é o caso da *American National Standards Institute (ANSI)* para os estados unidos ou o Instituto Português da Qualidade (IPQ) para Portugal. Há também outras organizações globais para além da IEC, como é o caso da *International Organization for Standardization (ISO)*, que atua em vários campos, não só na eletrotécnica como a IEC.

Algumas das normas publicadas pela IEC são seguidas pela BTL, nomeadamente a norma IEC 60601, a norma IEC 536 (atualmente denominada de IEC 61140) e a norma IEC 62353 [8].

### 2.3.1 IEC 60601

Publicado inicialmente em 1977 como IEC 601, a IEC 60601 trata toda a segurança relacionada com riscos elétricos. É a norma globalmente aceite para o efeito e é adotada por um grande número de fabricantes dos mais variados tipos de equipamentos. Esta norma possui inúmeros casos particulares, que se adaptam a um conjunto de equipamentos ou situações cada.

Dentro da norma IEC 60601 está também definida uma classificação de equipamentos médicos de acordo com a sua ligação ao paciente. Essa classificação está dividida em 3 tipos, o Tipo B, o Tipo BF e o Tipo CF [9].

#### **Tipo B**

Neste tipo de equipamentos não há qualquer contacto elétrico com o paciente. Assim sendo, todas as suas partes que estejam em contacto com o paciente são não condutoras e podem ser desconectadas rapidamente do mesmo. Ao contrário dos tipos BF e CF, o tipo B poderá estar conectado à terra.

#### **Tipo BF**

Nos equipamentos classificados com este tipo, há ligação elétrica com o paciente, mas não uma ligação direta ao seu coração.

#### **Tipo CF**

Neste tipo de ligação, o equipamento está eletricamente ligado ao coração do paciente, sendo o único tipo de equipamento com as devidas proteções para o fazer. Os equipamentos BTL cumprem esta norma (Figura 6), sendo também totalmente seguro para uso com desfibrilhador e pacemaker.



Figura 6 - Símbolo CF em ECG BTL

### 2.3.2 IEC 61140

A norma IEC 61140, anteriormente denominada de IEC 536, define e classifica os equipamentos de acordo com a sua proteção contra choques elétricos.

Essa classificação divide-se em 4 classes, Classe 0, Classe I, Classe II e Classe III [9] [10].

#### **Classe 0**

O tipo de equipamentos elétricos incluídos nesta classe não possui qualquer conexão entre as partes metálicas do equipamento e a terra. A sua proteção é apenas dada pelo próprio isolamento interno do equipamento. Em muitos casos a venda deste tipo de equipamentos é proibida.

#### **Classe I**

Nesta classe, os equipamentos têm o seu chassis ligado à terra através de um condutor verde e amarelo. Uma falha neste tipo de equipamento que cause o contacto de um condutor em carga com o seu invólucro provoca então um fluxo de corrente na a sua conexão à terra, não havendo perigo de electrocução para o utilizador.

#### **Classe II**

Nesta classe, os equipamentos possuem medidas de construção que permitam uma proteção sem necessidade de conectar o chassis do equipamento à terra. Isto é conseguido recorrendo a um reforço do isolamento do equipamento. Este reforço traduz-se na presença de uma maior camada protetora do material isolador ou pelo acrescento de uma segunda camada, possivelmente até de um segundo material. Caso um equipamento com o reforço exigido na Classe II tenha uma conexão à terra passa a ser considerado Classe I.

#### **Classe III**

Nesta classe, os equipamentos são alimentados através de fontes de tensão reduzida, limitando assim o seu valor a um determinado limite. O contacto direto com essas fontes não representa um perigo para o utilizador, em condições normais, não sendo assim exigidas as medidas de proteção presentes nas classes I e II.

### 2.3.3 IEC 62353

No ano 2007 foi introduzida a norma IEC 62353, norma esta que regula os testes necessários a fazer a equipamentos e sistemas médicos antes da sua primeira utilização, após todas as intervenções técnicas realizadas e com alguma periodicidade para assim assegurar o seu bom funcionamento. Esta norma traz vantagens sobre a norma IEC 60601 no que toca a testes a realizar, já que foi propositadamente construída focando-se na numa maior facilidade e eficiência na execução de testes de segurança elétricos no dia-a-dia de trabalho.

Estes equipamentos e sistemas são definidos como todo e qualquer equipamento que esteja conectado a uma fonte de energia e que a use para de algum modo diagnosticar, tratar ou monitorizar um paciente. No entanto, para a norma IEC 62353 ser aplicável, todo o equipamento ou sistema a que a ela seja sujeito tem que previamente cumprir a norma IEC 60601, já que na IEC 62353 estamos perante uma norma focada em regular os testes a fazer e os seus resultados e não normas de construção. Para os resultados obtidos a norma define valores limites de segurança. Estes valores incluem a resistência dos conectores entre o equipamento e a fonte de energia e fugas de corrente. Há também um forte destaque na inspeção visual do equipamento para rápida verificação da existência da etiquetagem adequada, qualidade de construção ou qualquer defeito que possa logo à partida por em causa a segurança do utilizador do equipamento [11].

Na BTL é usado um aparelho de testes da *Fluke Biomedical* que, de acordo com as diretivas da norma, emite um relatório baseado nos testes que efetua e assim determina se um equipamento está apto para ser usado com segurança.

## 2.4 Processos de Manutenção na BTL Portugal

Dentro da BTL, as manutenções podem ser preventivas ou corretivas. As preventivas, que representam um reduzido volume das intervenções totais da empresa, ocorrem normalmente quando é celebrado um contrato com o cliente em questão. Assim, nas datas acordadas entre ambas as partes, desloca-se a equipa técnica da BTL às instalações do cliente e procede à manutenção preventiva necessária. Em casos que os clientes não possuam contrato celebrado acontece por vezes que a BTL seja contactada para proceder a intervenções preventivas, revisões ou limpeza dos equipamentos. Nestes casos, podem requerer que os técnicos se desloquem às suas instalações, ou se preferirem, que os equipamentos sejam enviados até às instalações da empresa, onde podem ser intervencionados de modo mais profundo.

## 3. Gama de Equipamentos com Tecnologia BTL

Neste capítulo são apresentados os equipamentos pela BTL comercializados e com os quais houve interação durante o estágio. Começando pela fisioterapia (Secção 3.1), a área com a qual houve mais contacto a nível de manutenção, segue-se a cardiologia (Secção 3.2) e a estética (Secção 3.3), com a qual a maior parte da interação passou pela receção e instalação dos equipamentos e não tanto por intervenções técnicas. Na secção 3.4 encontra-se uma breve explicação do princípio de funcionamento dos equipamentos BTL. Todas as imagens presentes neste capítulo foram retiradas de catálogos e/ou manuais da empresa, alguns disponíveis *online*, outros de uso interno.

### 3.1 Equipamentos de Fisioterapia

Sendo a fisioterapia a área dentro da BTL com maior expressão, acaba por possuir também o maior portefólio de equipamentos e possíveis configurações dos mesmos. Neste capítulo são apresentadas as diferentes gamas de equipamentos com que houve contacto. Podemos dividir em duas famílias principais, os equipamentos que possuem terapia de ultrassons, laser, eletroterapia e magnetoterapia (Secção 3.1.1) e os equipamentos com terapia de Pressoterapia, *TR Therapy*, Laser de Alta intensidade (HIL) e Sistema Super Indutivo (SIS) (Secção 3.1.2). Numa diferente abordagem de tratamento de fisioterapia incluímos os sistemas de terapia por movimento contínuo passivo (Secção 3.1.3).

#### 3.1.1 Unidades Combinadas

Na Tabela 1 é possível encontrar uma breve distinção entre duas linhas de equipamentos BTL. Dentro deste conjunto de equipamentos é possível encontrar as mesmas terapias, sendo que o diferente *design* de construção entre eles permite ao cliente ter uma solução técnica adaptada às suas necessidades profissionais particulares.

Tabela 1 - Unidades Combinadas

<b>BTL-4000 TOPLINE/PROFESSIONAL</b>	<b>BTL-4000 SMART/PREMIUM</b>	<b>BTL-5000</b>
Equipamento mais antigo e mais simples de construção e intervenção	Evolução do anterior, apresenta inovações de design e novas funcionalidades	Equipamento modular que se adapta a qualquer situação dependendo das funcionalidades pretendidas

Cronologicamente, foi inicialmente introduzida a gama BTL-4000, composta pelos equipamentos BTL-4000 *Topline&Professional* (Figura 7). Mais tarde foi atualizada com o lançamento da gama BTL-4000 *Smart&Premium* (Figura 7). Trata-se dos equipamentos mais simples, que permitem a junção de até duas terapias em simultâneo.

Nesta família de equipamentos estão disponíveis 4 terapias diferentes, sendo elas ultrassons, laser, eletroterapia e magnetoterapia.

Nos BTL-4000 *Topline&Professional* é possível combinar até duas dessas terapias, ou funcionar com apenas uma enquanto que nos BTL-4000 *Smart&Premium* podem estar presentes até um máximo de 3.



Figura 7 – Exemplo de BTL-4000. (a) Professional; (b) Smart

Conta-se ainda com a gama BTL-5000 (Figura 8), que devido à sua construção modular e à capacidade de ter até 4 terapias em simultâneo permite que seja atualizada com o passar do tempo de acordo com as necessidades do utilizador, com novos módulos.



Figura 8 – Exemplo de BTL-5000

### 3.1.1.1 Ultrassons

Consistindo em vibrações mecânicas inaudíveis, a terapia de ultrassons está entre as mais usadas no tratamento de lesões em tecidos moles. As ondas usadas em terapia compreendem frequências na gama 0,75-3 MHz, sendo que a maioria dos equipamentos no mercado estão regulados para 1 MHz e/ou 3 MHz (Figura 9). Enquanto as ondas de mais baixa frequência são usadas para tratamento de lesões

mais profundas (3-5cm), tipicamente não são tão focadas. Isto acontece porque a sua emissão é feita numa forma cónica, e à medida que vai penetrando mais nos tecidos, a área vai alargando. Estas ondas são geradas através da deformação mecânica de um cristal piezoelétrico localizado no aplicador. É administrado um gel na pele do paciente que atua como meio de transferência dessas vibrações [12].

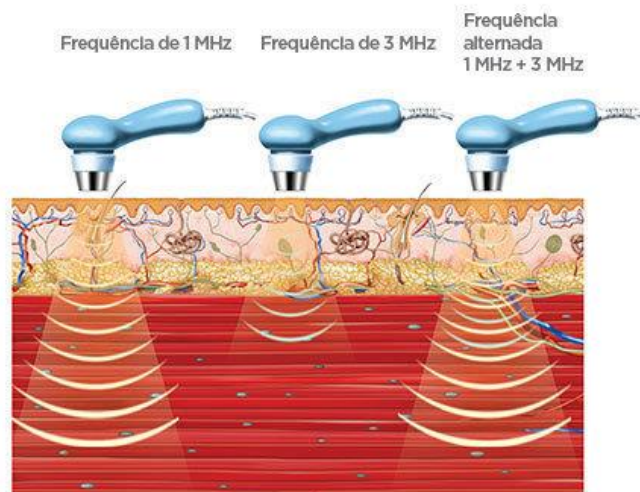


Figura 9 - Funcionamento sonda ultrassons

Nos equipamentos BTL da gama BTL-4000 *Topline&Professional* e BTL-5000, o utilizador escolhe para cada tratamento se usa uma ou outra frequência, não podendo ser alterada a meio do programa. Com a introdução da gama BTL-4000 *Smart&Premium*, o equipamento passou a ter a possibilidade de alterar a frequência durante o tratamento, fazendo-o automaticamente em intervalos pré-definidos.

### 3.1.1.2 Laser

Utilizando feixes de luz é possível atuar em tecidos promovendo efeitos analgésicos e anti-inflamatórios. Os *laser* são caracterizados em duas modalidades, *laser* de baixa potência e *laser* de alta potência. Os lasers de baixa potência, não produzem calor, possuem comprimentos de onda compreendidos entre os 600-1000 nm e potência de 5-500 mW. Estão comprovados os efeitos da luz *laser* na redução de histamina, que é um poderoso causador de inflamações e um facto de grande produção de dor [13]. Na gama da BTL podemos encontrar dois tipos de acessórios laser, sondas (Figura 10) e *clusters* (Figura 11).



Figura 10 – Exemplo de Sonda Laser

As sondas apresentam emissão num único comprimento de onda nos equipamentos, podendo ser 685 nm ou 830 nm, de acordo com a sonda em questão. No que toca à potência, encontramos dos 30 mW aos 400 mW. Isto é aplicável no caso das gamas BTL-4000 *Topline&Professional*, BTL-4000 *Smart&Premium* e BTL-5000.



Figura 11 - Cluster Laser

Os *clusters*, para além de apresentarem uma área de ação consideravelmente maior, podem apresentar também a combinação de emissão nos dois comprimentos de onda (685nm e 830nm). Com isto tudo, apresentam potências totais de funcionamento maiores, oscilando entre os 200 mW e os 1500 mW na gama BTL-4000 *Smart&Premium* e entre os 200 mW e os 1800 mW nas gamas BTL-4000 *Topline&Professional* e BTL-5000.

### 3.1.1.3 Magnetoterapia

A magnetoterapia recorre à criação de campos magnéticos e à sua aplicação no corpo humano para tratamento de situações como reparação óssea, alívio de dor e aceleração da cicatrização de feridas [14]. Os equipamentos BTL recorrem ao uso da tecnologia de *Focused Magnetic Field* (FMF) (Figura 12), que foca os campos magnéticos no paciente, evitando assim que o terapeuta seja exposto.

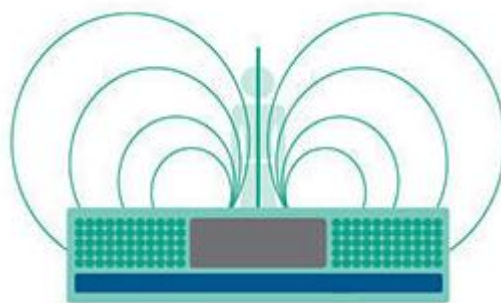


Figura 12 - Tecnologia FMF

Dentro da gama de equipamentos disponíveis, a principal diferença entre as gamas passa pelos possíveis números de canais de saída e equipamentos ligados simultaneamente. Nos BTL-4000 *Topline&Professional* podemos encontrar até 2 canais de saída, que permitem a ligação de 2 aplicadores simultaneamente. Nas gamas BTL-4000 *Smart&Premium* e BTL-5000 podemos ter até 4 canais de saída, o que admite até 4 aplicadores ligados em simultâneo.

A nível dos acessórios, há várias opções que permitem uma mais fácil adaptação da terapia à área afetada (Figura 13).



*Figura 13 - Aplicadores de Magnetoterapia*

### **3.1.1.4 Eletroterapia**

Recorrendo à aplicação de diversas formas de onda de corrente, com diferentes amplitudes e frequências é possível atingir um efeito analgésico e de estimulação muscular, auxiliando na recuperação e reabilitação de músculos que tenham ficado mais fracos [15].

A BTL dispõe de uma oferta de módulos de eletroterapia em ambas as gamas BTL-4000 e na gama BTL-5000. No que toca a fazer o contacto com o paciente, há a opção de 3 tipos de elétrodos: elétrodos de borracha (Figura 14), elétrodos de vácuo (Figura 15) e elétrodos adesivos.



*Figura 14 – Elétrodos de borracha para eletroterapia*

Para o uso dos elétrodos de vácuo é necessária uma unidade de vácuo, BTL-Vac I ou BTL-Vac II, para fazer a sucção dos elétrodos.



Figura 15 - Eléttodos de vácuo

Em unidades com as duas terapias, na gama 4000 *Smart&Premium*, é possível fazer a combinação de eletroterapia com ultrassons para determinados procedimentos.

### 3.1.1.5 Ondas de Choque

A terapia de ondas de choque, *shockwave therapy* (SWT) em inglês, através de ondas acústicas de alta energia, causadoras de respostas intersticiais e extracelulares, levam à regeneração dos tecidos moles, ossos e tendões. Dentro dos seus efeitos e aplicações, podemos contar com a redução da tensão muscular, efeitos analgésicos, aumento da produção de colagénio, melhoramento do metabolismo e microcirculação sanguínea assim como o restauro da mobilidade em articulações [16].

Dentro da BTL, o mecanismo de ondas de choque passa por uma pistola ativada através de ar comprimido que pode produzir ondas de até 5 bar com uma frequência máxima de 22 Hz (Figura 16).

Nas unidades BTL-5000, há necessidade de um compressor externo. No entanto, e devido à natureza modular dos equipamentos, pode haver a combinação com outras terapias, no mesmo equipamento, não havendo a necessidade de ficar apenas com a terapia de ondas de choque.



Figura 16 - Aplicador de ondas de choque

### 3.1.2 Gama 6000

Mais recentemente foi introduzida a gama BTL-6000 (Figura 17), trazendo a introdução de novas terapias e áreas de aplicação. Introduz uma nova linguagem de *design* com a particularidade de apresentar um *design* exterior transversal às diferentes configurações possíveis, mesmo que exijam componentes interiores totalmente distintos umas das outras. Ao contrário do que se verifica nas gamas BTL-4000 e BTL-5000 apenas pode estar presente uma terapia por equipamento sendo as disponíveis são distintas das presentes nas gamas anteriormente apresentadas.



Figura 17 -Exemplo de equipamento BTL-6000

#### 3.1.2.1 Pressoterapia

O BTL-6000 *Lymphastim* trabalha de acordo com o princípio da pressoterapia pneumática. Utilizando aplicadores constituídos por camaras de ar, estimula a circulação do sistema linfático. Os equipamentos BTL contam com programas pré-definidos para aplicações como a desobstrução dos vasos linfáticos pós-cirurgia, tratamento de insuficiência venosa e edemas crónicos.

Para fazer os tratamentos conta-se com um leque de acessórios (Figura 18) para braços e pernas, sendo que no caso das pernas há a possibilidade de ser apenas para uma ou para as duas e ainda com a opção de ser com ou sem pé.



Figura 18 - Acessórios de pressoterapia

### 3.1.2.2 TR Therapy

Através de uma energia de alta frequência transmitida para o corpo, é criada uma hipertermia seletiva, ou seja, um aquecimento localizado dos tecidos pretendidos. Isto resulta numa redução da dor intensa, relaxamento muscular assim como regeneração tecidual e auxiliando na cicatrização.

Estão presentes 2 tipos de elétrodos (Figura 19), capacitivo e resistivo, que atuam em zonas corporais distintas, permitindo assim a adaptação do tratamento à situação em que é adequado. O eletrodo capacitivo tem o seu foco nas camadas musculares do corpo, enquanto que o resistivo tem a sua área de trabalho em tendões e superfícies ósseas. A oferta passa por dois equipamentos, o BTL-6000 TR-Therapy Pro e o BTL 6000 TR-Therapy Elite, cujas diferenças se prendem pela potência do equipamento e também pela presença de um maior ecrã tátil de controlo na unidade *Elite*, que possui também algumas opções extra a nível de *software*.

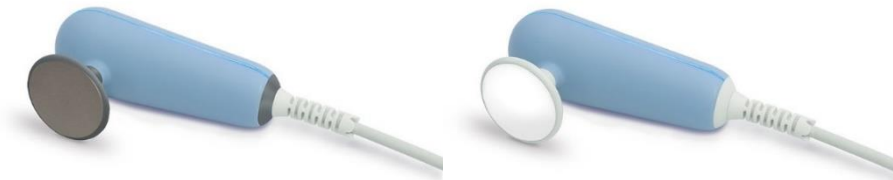


Figura 19 - Aplicadores TR Therapy

### 3.1.2.3 Laser de Alta Intensidade

O tratamento através de feixes de luz concentrados já foi discutido anteriormente (Secção 3.1.1), sendo que o laser de alta intensidade, *high intensity laser* (HIL) em inglês, assenta nos mesmos princípios da terapia laser de baixa intensidade.

Na gama BTL-6000, há um aumento na potência do laser do aplicador (Figura 20) para 7 W ou 12 W, de acordo com a configuração escolhida, ao invés da potência máxima de 400 mW do laser de baixa intensidade. Outra diferenciação entre eles passa pelo comprimento de onda disponível. No laser de 7 W podemos encontrar comprimentos de onda de 810nm e 980nm simultaneamente, enquanto que no de 12 W encontramos feixes de luz com emissão de 1064 nm.



Figura 20 – Aplicador de BTL – 6000 HIL

### 3.1.2.4 Sistema Super Indutivo

O Sistema Super Indutivo, *super inductive system* (SIS) em inglês (Figura 21), recorre ao uso de campos eletromagnéticos de alta intensidade que interagem com o corpo humano, através de correntes induzidas, causando a despolarização do tecido muscular. Com este tipo de terapia, pode-se obter resultados na melhoria de movimentos em articulações, aceleração do tratamento de fraturas ósseas e redução de espasmos musculares.



Figura 21 - Equipamento BTL-6000 SIS

### 3.1.3 CPMotion

Na recuperação de traumas aos membros inferiores, são usados dispositivos de Movimento contínuo passivo (Figura 22), utilizados numa primeira fase da reabilitação do movimento. O resultado do uso deste tipo de dispositivos tem sido comprovado em vários estudos, trazendo benefícios no aumento na amplitude de movimentos, e promovendo uma recuperação mais rápida. [17]



Figura 22 – Equipamento CPMotion

## 3.2 Equipamentos de Cardiologia

A gama de equipamentos da área da cardiologia da BTL compreende várias soluções de *hardware* para diversas aplicações, assim como soluções de *software* onde se pode integrar todos os resultados provenientes de equipamentos. Na Tabela 2 está presente um resumo dessas mesmas soluções.

Tabela 2 - Gama Cardiológica

Software	Eletrocardiograma (ECG)	Prova de Esforço	Holter	Monitorização ambulatória de pressão arterial (MAPA)	Espirometria	Prova de exercício cardiorrespiratória (CPET)
BTL <i>Cardiopoint</i>	Desde modelos de fácil portabilidade a equipamentos com mais módulos com objetivo a estar fixo	Composto por passadeira para corrida, juntamente com ECG e <i>software</i> BTL <i>Cardiopoint</i>	Equipamento de gravação da atividade cardíaca por períodos de 1 a 7 dias	Equipamento de monitorização de tensão arterial que grava os valores obtidos até um máximo de 51 horas	Módulo integrado em equipamento ECG ou sozinho permite visualizar o exame no computador ou no próprio equipamento	Análise de gases

### 3.2.1 BTL *Cardiopoint*

Como forma de poder unificar numa única plataforma um meio para visualização, análise e armazenamento de diferentes modalidades de exames realizados foi desenvolvido o *software* BTL *Cardiopoint*. Assim, é possível, através de uma ligação por RS232, ou de rede, seja LAN ou Wi-Fi, fazer a comunicação entre o equipamento em que se realiza o exame e um computador, podendo assim ser exibido o exame em tempo real, ou ser feita a exportação do mesmo após o termino, de modo a ser arquivado e posteriormente mais facilmente partilhado e analisado.

O *software* BTL *Cardiopoint* permite trabalhar vários tipos de exame, ECG's de repouso, CPET, Provas de Esforço, ECG *Holter*, Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial (MAPA) e Espirometria. Os exames referidos serão discutidos de seguida.

### 3.2.2 ECG de Repouso

O funcionamento do musculo cardíaco funciona, assim como todos os outros, através de impulsos elétricos, que permitem a contração e relaxamento do tecido muscular, permitindo assim que cumpram o seu objetivo funcional.

No caso do coração, o seu batimento é resultado de uma onda elétrica conhecida e regular, que pode ser analisada para deteção de qualquer anormalidade.

De modo a detetar e registar essas ondas, usam-se os ECG's, que, através de eléctrodos colocados em pontos estratégicos no corpo do paciente capazes de captar esses impulsos elétricos, e apresentá-los de uma forma impressa ou digital. Na gama de produtos BTL encontramos 3 linhas de ECG's, possuindo características distintas

de modo a se poderem adaptar a diferentes funções com a maior facilidade e versatilidade possível.

Temos a linha S (Figura 23), composta pelos SD1, SD3, SD6. Entre eles diferem apenas no número de canais. Caracterizado pelo seu tamanho mais reduzido, é o mais indicado para transporte e serviço domiciliário, sendo que pode recorrer às suas baterias internas para fazer os exames. Não possuem um ecrã grande, nem com funcionalidade tátil e estão equipados com uma impressora mais pequena.



*Figura 23 – Equipamento BTL08-SD*

A linha M (Figura 24), constituída pelos MD e MT *Plus* possui já um maior leque de funcionalidades. Passando por uma impressora de maiores dimensões, e, no caso do MT *Plus*, a presença de um ecrã tátil.



*Figura 24 – Equipamento BTL08-MT*

A linha L (Figura 25), sendo a de maiores dimensões, é dotada dos maiores ecrãs, assim como a impressora de maiores dimensões e versatilidade. Devido ao seu tamanho, é uma unidade mais indicada para não ser movido frequentemente, embora tenha baterias internas que o permitem.



Figura 25 – Equipamento BTL08-LT

### 3.2.3 Provas de Esforço

Quando o corpo humano se encontra em esforço físico ocorrem algumas alterações no seu comportamento. Uma das mais notórias é o aumento do ritmo cardíaco, o que é leva a um maior esforço por parte do musculo cardíaco. O método de captação do sinal elétrico originário do musculo cardíaco é idêntico ao do ECG de repouso, no entanto, o paciente utiliza uma passadeira para induzir esforço físico (Figura 26). O seu ECG é motorizado em tempo real através do *software* BTL *Cardiopoint* e quaisquer alterações alarmantes no mesmo levam à conclusão do exame imediatamente. Caso contrário o exame decorrerá até o paciente se sentir demasiado cansado para continuar, atinja um ritmo cardíaco pré-determinado ou ultrapasse um tempo também pré estipulado.



Figura 26 - Passadeira de prova de esforço

### 3.2.4 Holter

Conhecidos como ECG *Holter* ou simplesmente *Holter*, as monitorizações de longo período são caracterizadas pelo uso de um registador ECG durante um alargado período de tempo, normalmente de alguns dias, ao invés de uns segundos como no ECG de repouso.

Como anomalias no batimento cardíaco podem aparecer esporadicamente e sem critério aparente, o curto espaço de tempo e até mesmo as condições em que os ECG de repouso são feitos podem não as conseguir despoletar. Assim, o médico pode achar necessário que seja feita a avaliação do funcionamento cardíaco por um maior período de tempo enquanto o paciente faz o seu dia-a-dia normal. [18]

Dentro da BTL, o sistema de *Holter* (Figura 27) é composto por um pequeno registador com a capacidade de gravação de 3, 7 ou 12 canais durante um período de tempo de 1 a 7 dias. No fim do período de registo, os dados são descarregados para um computador com o *software* BTL *Cardioint* instalado e assim pode ser feita a análise do mesmo.



Figura 27 – Registador Holter

### 3.2.5 Monitorização Ambulatória de Pressão Arterial

Do mesmo modo que o *Holter* prolonga a análise do funcionamento cardíaco em relação ao ECG de repouso, a monitorização ambulatória de pressão arterial (MAPA) (Figura 28) permite a execução de uma monitorização prolongada da pressão arterial ao longo de um período de até 51h acompanhado assim o paciente durante as suas atividades do dia-a-dia. De modo a se executar este exame o paciente traz consigo uma braçadeira ligada a um pequeno registador, que faz a gestão de todo o exame. Para se fazer a leitura da pressão arterial do paciente, a braçadeira é inflada pelo registador que possui um pequeno compressor no seu interior. Essa pressão aplicada no braço faz com que o fluxo de sangue seja interrompido no braço. De seguida, à medida que a pressão da braçadeira vai baixando gradualmente. Quando a pressão sistólica baixa da pressão da braçadeira, o fluxo de sangue é retomado, o que cria vibrações nas paredes da artéria, vibrações essas que são detetadas por um sensor presente na braçadeira. Quando a pressão baixa ainda mais e a pressão diastólica passa a ser superior à pressão exercida pelo equipamento, o fluxo de sangue torna-se suave, eliminando assim a presença das vibrações faladas anteriormente. No fim do exame, os valores de todas as medições efetuadas que estão guardados no equipamento podem ser descarregados para o *software* BTL *Cardioint* para assim serem analisadas e armazenadas.



Figura 28 – Equipamento de MAPA

### 3.2.6 Espirometria

Podemos definir espirometria como o teste básico de medida do ar que é inspirado e expirado na respiração. Para a sua execução é utilizado um bocal (Figura 29), que está conectado a um equipamento cuja carcaça exterior é idêntica a um ECG da linha MT. Esse equipamento pode ser apenas um ECG com o acrescento do módulo de espirometria ou estar configurado apenas para fazer espirometria, não tendo então o módulo de ECG. Este teste faz a medição da capacidade vital forçada (FVC), que é o volume máximo de ar entre uma inspiração máxima forçada e uma expiração máxima forçada, Volume expiratório máximo no 1º segundo (FEV1), definido pela quantidade máxima de ar que pode ser expirado no 1º segundo de uma expiração forçada, volume expiratório máximo aos 6 segundos (FEV6). Estes parâmetros são todos medidos em litros. São também avaliados débitos, em litro por segundo, sendo eles o débito expiratório máximo (PEF), medido com uma expiração forçada, o débito expiratório intermédio entre 25 e 75% da FVC (FEF 25-75%). São também medidos os débitos expiratórios máximos a 25% (FEF25%), 50% (FEF50%) e 75% (FEF75%) da FVC. [19].



Figura 29 – Aplicador de Espirometria

### 3.2.7 Prova de Exercício Cardiorrespiratória

A prova de exercício cardiorrespiratória (CPET) (Figura 30) fornece uma forma de avaliação da resposta do ser humano ao exercício físico, conseguindo medir as reações dos sistemas respiratório, cardiovascular e muscular quando em esforço.

Através de uma máscara é feita a medição dos gases presentes na inspiração e expiração, conseguindo assim ser avaliada a troca de gases efetuada pelo corpo do paciente aquando de um esforço físico. Tem como objetivo o auxílio ao diagnóstico de doenças cardíacas e respiratórias, podendo também ser utilizada como método de avaliação da gravidade de doenças pré-diagnosticadas [20] [21].

O sistema em si é composto por uma passadeira, promotora do exercício físico conectada a um computador com o *software* BTL *Cardiopoint* instalado, com o módulo de CPET. A análise aos gases da respiração do utilizador pode ser visualizada em tempo real no ecrã do computador. Esta análise foca-se nas trocas gasosas que vão ocorrendo, assim como os volumes da respiração.



Figura 30 – ECG e Computador com módulo CPET

### 3.3 Equipamentos de Estética

Na Tabela 3 encontra-se uma breve descrição dos equipamentos da área de estética com os quais houve contacto. Apresentam-se como os equipamentos tecnicamente mais complexos de toda a gama, sendo ao mesmo tempo os menos intervencionados.

Tabela 3 - Gama de estética

<b>Vanquish ME</b>	<b>Exilis</b>	<b>BTL Emsella</b>	<b>BTL Unison</b>
Tem como objetivo a remoção de gordura localizada	Utilizando radiofrequência e a sua energia transmitida, elimina gordura	Utilizando correntes induzidas para estimulação muscular combate a incontinência urinária	Combinando duas tecnologias, radiofrequência e ondas de choque, atua como solução para tratamento de celulite

### 3.3.1 *Vanquish Me*

Recorrendo ao uso de radiofrequência na gama dos 27,12 MHz, o *Vanquish Me* (Figura 31) permite o aquecimento apenas das camadas de tecido adiposo enquanto limita a exposição deste tipo de energia à pele, músculos e órgãos internos. Deste modo consegue a dissolução do tecido adiposo (lipólise) [22] [23].



Figura 31 – Equipamento *Vanquish Me*

### 3.3.2 *BTL Exilis*

O BTL *Exilis* (Figura 32), através de energia de radiofrequência de alta frequência consegue uma interação térmica com o tecido adiposo, o que provoca uma reação fisiológica que leva à sua degradação. Esse mesmo aspeto térmico leva também à ativação do tecido muscular. Após o tratamento as células adiposas são expelidas do corpo através dos canais normais.

Como medida de segurança para os tecidos superficiais, e consequentemente permitir uma maior penetração em profundidade há uma refrigeração constante do tecido com o qual o aplicador está em contacto. Há dois aplicadores disponíveis, um de maiores dimensões para aplicações em áreas do corpo maiores como as coxas e abdómen e um mais pequeno para aplicações em áreas como a face. Uma grande diferença entre ambos passa pelo facto de o aplicador maior ter um termómetro integrado que faz a monitorização da temperatura da pele à superfície. Isto não dispensa o feedback do utente, que caso sinta desconforto térmico faz o alerta para a interrupção da sessão. É colocado um eléctrodo na pessoa que está a receber o tratamento de modo a fechar o circuito eléctrico do equipamento permitindo assim que seja detetado se o aplicador está em contacto com o utilizador. A qualidade dessa ligação é constantemente monitorizada e é dado um alerta sonoro caso haja qualquer interrupção do mesmo. Juntamente com esse alarme sonoro é interrompido automaticamente o procedimento [24].

Mais recentemente foi introduzido o BTL *Exilis* 360° que usando exatamente os mesmos processos referidos anteriormente apresenta um aplicador para tratamentos íntimos femininos.



Figura 32 – Equipamento BTL Exilis

### 3.3.3 BTL Emsella

O BTL *Emsella* (Figura 33) tem como objetivo restabelecer o controlo de músculos da zona pélvica. Com isto permite um tratamento não invasivo para a incontinência urinária. Utilizando a tecnologia HIFEM (*High-Intensity Focused Electromagnetic Field*) o equipamento induz contrações supramáximas do pavimento pélvico que têm um papel importante na reeducação muscular [25].



Figura 33 - Equipamento BTL Emsella

### 3.3.4 BTL Unison

O BTL *Unison* (Figura 34) foi apresentado como uma solução para tratamento de celulite. Para tal recorreu à junção de duas tecnologias, ondas de choque, pela sua ação mecânica e radiofrequência, para uso da sua ação térmica nos tecidos (Figura 35). Os efeitos fisiológicos das tecnologias aqui presentes já foram abordados anteriormente (BTL - 6000 SWT e BTL *Exilis*). Sendo uma perspetiva tecnológica recente no tratamento estético já começaram a ser feitos estudos sobre a eficácia desta abordagem técnica [26].



Figura 34 – Equipamento BTL Unison

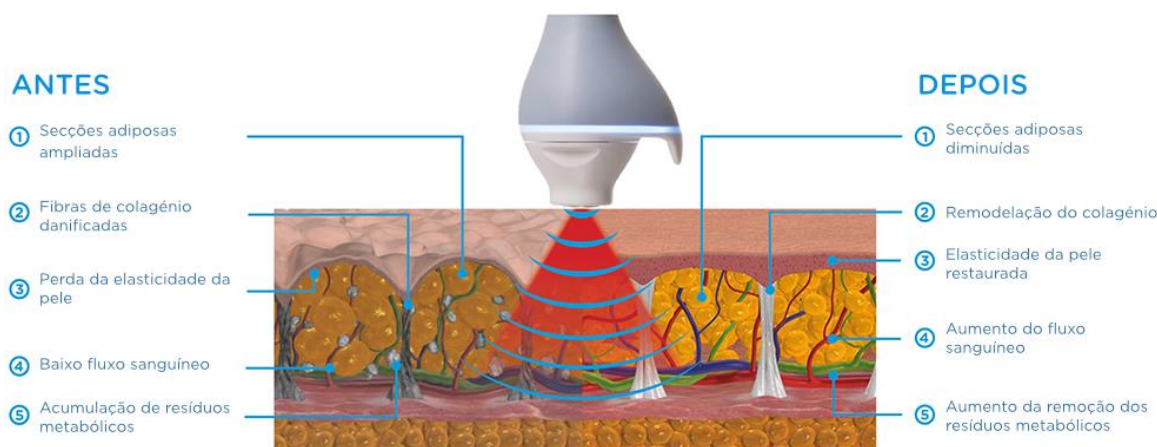


Figura 35 - Efeitos da terapia

## 3.4 Princípio de Funcionamento dos Equipamentos

Como forma de facilitar o uso por parte dos utilizadores, o *software* em todos os sistemas da BTL é idêntico, acabando apenas por diferir em opções específicas para cada equipamento. Isto torna a navegação nos menus, escolha de parâmetros e acessórios bastante fácil e intuitiva. Esta abordagem acaba também por facilitar o trabalho dos técnicos eliminando a necessidade de conhecer profundamente o funcionamento de vários *softwares* diferentes.

Como um exemplo, vão ser descritos os módulos principais e o princípio de funcionamento de um equipamento mais antigo, sendo também dos mais comercializados, o BTL-4000 *Topline&Professional*. Esta informação é transversal a toda a gama de equipamentos, já que todos partilham uma estrutura básica idêntica.

Em todos os equipamentos BTL a Interface Homem Máquina (HMI – *Human Machine Interface*) é feita através de interação com um ambiente gráfico, controlado por meio de botões, ou através de ecrã equipado com funcionalidades *touchscreen*.

Na Figura 36 temos o menu principal que é apresentado ao utilizador. Realçado no canto inferior esquerdo está a forma de seleção dos acessórios. Isto é de especial importância nas unidades combinadas para escolher a terapia pretendida, mas também de um ponto de vista técnico, pois permite uma rápida forma de verificar se o equipamento reconhece o acessório, podendo ser utilizado como um método rápido de diagnóstico de alguns tipos de mau funcionamento.



Figura 36 - Ecrã principal BTL -4000 *Topline&Professional*

Devido à natureza modular de toda a gama BTL, o *hardware* dos equipamentos é composto pelas mesmo tipo de módulos básicos (Figura 37):

- *Master PCB*, na qual podemos encontrar o controlador do equipamento (CPU), e que inclui também o módulo HMI. Conectada à *Master PCB* está então a placa geradora da terapia, que recebe as informações relativas aos parâmetros para cada tratamento.
- *Power PCB*, onde é feita a regulação e entrada de fornecimento de energia e a gestão de carregamento das baterias.
- Dependente de cada configuração e terapias presentes, há uma variação do formato da carcaça do equipamento e da eletrónica subjacente, de acordo com a gama em que se insere e dos acessórios a conectar.

Dependendo da configuração específica estão então presentes as várias PCB responsáveis pelo controlo de cada terapia.

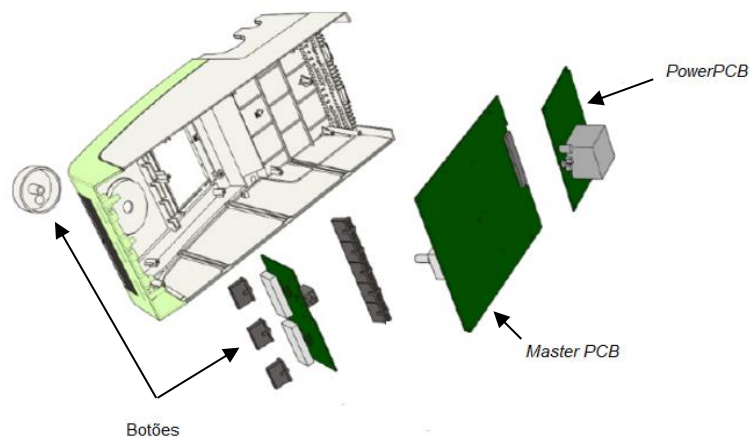


Figura 37 - Esquema interior do BTL-4000 Topline&Professional

Como exemplo, vamos descrever brevemente o princípio de funcionamento deste equipamento, para o qual está associado a terapia de ultrassons. Na PCB de ultrassons é gerado um sinal elétrico com uma determinada corrente e frequência que é enviado para a sonda (Figura 38) onde estimula um cristal que traduz esse mesmo sinal numa onda física. Essa onda é então transmitida para o paciente onde tem o efeito pretendido. O princípio de funcionamento dos ultrassons está brevemente descrito na Secção 3.1.1.1.

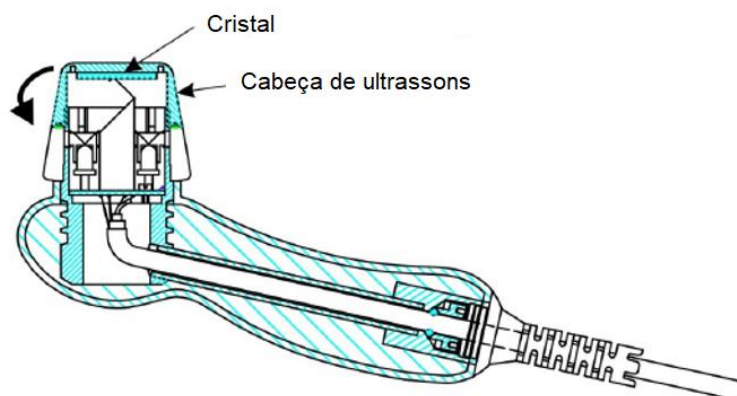


Figura 38 - Sonda de ultrassons

Esta lógica e conjunto de passos pode, com alguma variação, em particular na área de cardiologia, ser aplicado a toda a gama de equipamentos. Mais uma vez, este tipo de *design* de produto acaba por facilitar o trabalho do departamento técnico, já que essencialmente dentro da mesma família de produtos tudo o que pode mudar são as placas relativas à terapia específica. Do ponto de vista do utilizador, caso vá adquirindo vários equipamentos, pode de um modo intuitivo trabalhar com eles sem

ter de despende muito tempo a conhecer o seu modo de utilização. Mesmo no que toca aos acessórios, as suas conexões são iguais dentro das famílias de equipamentos.

### **3.5 Considerações Finais**

Houve contacto com todos os equipamentos apresentados ao longo do capítulo, tendo sido omitido todo um conjunto de equipamentos pertencentes ao atual catálogo da BTL, assim como equipamentos já descontinuados, que não necessitaram de qualquer intervenção durante todo o tempo de estágio e assim não houve qualquer contacto com os mesmos.



## 4. Intervenções nos Equipamentos

Neste capítulo são abordadas as várias intervenções técnicas que foram ocorrendo no decorrer do estágio, assim como várias outras de tarefas que são da responsabilidade do departamento de assistência técnica.

Na Figura 39 podemos ver uma distribuição gráfica das várias tarefas desempenhadas ao longo do estágio. Verifica-se que a grande maioria delas incide em ações de manutenção realizadas na empresa (85%). Dentro dessas a Fisioterapia aparece em grande destaque, o que seria de esperar, já que representa o maior volume de negócio da BTL Portugal.

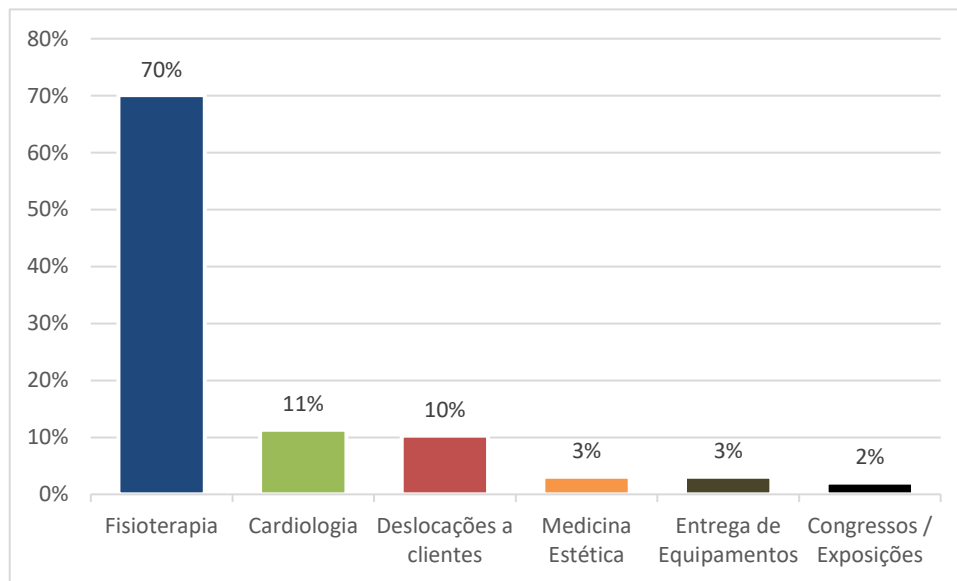


Figura 39 - Distribuição das diferentes atividades no decorrer do estágio

As intervenções preventivas na BTL ocorrem através de contratos de manutenção celebrados entre a empresa e o cliente. Esse contrato tipicamente especifica o número de intervenções anuais, a inclusão ou não do preço de mão-de-obra no preço do contrato, assim como deslocações e descontos nas peças necessárias para reparações. Durante o estágio ocorreram duas dessas situações não tendo sido, no entanto, acompanhadas presencialmente pelo aluno.

### 4.1 Testes de Aceitação de Equipamentos

Todos os equipamentos que chegam às instalações vindos de fábrica, antes de serem enviados para os clientes, são verificados para despiste de qualquer defeito de fabrico, mudança de linguagem, calibração de ecrã, sendo feita também a verificação que todos os acessórios estão presentes e funcionais. Estas verificações são feitas recorrendo a duas metodologias. Uma delas, que permite verificar o funcionamento de botões, sistemas de refrigeração, funcionamento de ecrãs, avisos sonoros e os vários LEDs dos equipamentos recorre ao uso do próprio *firmware* do equipamento

que possui funções e as devidas instruções para fazer essas verificações. No que se relaciona com o teste dos acessórios são simuladas terapias.

Quando são utilizados equipamentos para demonstrações a clientes, equipamentos de empréstimo após utilizações em congressos ou ações de formação, assim que regressam às instalações da BTL são verificados de modo a confirmar o seu correto funcionamento e ausência de quaisquer danos estéticos. São retomados às definições de fábrica e armazenados até serem futuramente necessários.

Quando é lançado novo *firmware* para os equipamentos a sua atualização passa também pelas competências do departamento técnico da BTL. Estas atualizações ocorrem normalmente para correção de erros ou adição de novas funções. São mais comuns nos equipamentos de Cardiologia, nomeadamente nos ECG.

## 4.2 Manutenções Corretivas

Devido à natureza dos equipamentos comercializados pela BTL e também à escolha por parte de clientes de não formalizar contratos de manutenção preventiva, a grande maioria das intervenções assistidas e realizadas durante o período de estágio foram de carácter corretivo. Durante este capítulo serão descritas essas manutenções com todos os procedimentos efetuados.

Como consequência do volume de negócios e evolução do mercado, a maior parte das situações, quer de correção quer de prevenção, são na área da Fisioterapia.

Aquando do contacto do cliente com a BTL é analisado o problema em mãos e verificado se consegue ser diagnosticado e eventualmente resolvido pelo telefone ou através de assistência remota no caso do *software CardioPoint*.

Caso seja um problema que necessite da intervenção física dos técnicos é tratada a recolha do equipamento através, ou, em alguns casos a deslocação do técnico às instalações do cliente.

Após tudo isto é feito o diagnóstico do problema ou a confirmação do mesmo e preparado um orçamento para a sua resolução. Caso seja aceite é reparado o equipamento e posteriormente devolvido ao cliente em condições de funcionamento. Caso não seja aceite, o equipamento é devolvido nas condições em que foi recebido.

Quando há o primeiro contacto de pedido de assistência técnica tenta-se perceber se é um problema que pode ser resolvido pelo cliente remotamente, no caso se calibrações ou conectores mal encaixados. Quando não se verifica que é um desses casos organiza-se então a intervenção por parte do departamento técnico da BTL.

Para além de todos os equipamentos BTL a empresa faz também revenda de alguns produtos de outras marcas. O único caso presenciado envolveu um hidrocoletor que, quando ligado, provocava o disparo do quadro elétrico.

Após vários testes concluiu-se que o botão ON/OFF não estava a funcionar corretamente e ativava a proteção do quadro. Procedeu-se então à sua substituição.

## 4.2.1 Fisioterapia

### Sonda Ultrassons

No caso da sonda de Ultrassons, uma das situações mais comuns passa pelo facto de o equipamento não reconhecer a sonda. Isto pode acontecer devido ao seu conector estar rodado e então as ligações não serem as devidas (Figura 40). A sua resolução é relativamente simples, passando apenas por retomar o conector à sua posição original. Este tipo de problema pode muitas vezes ser resolvido pelo cliente.

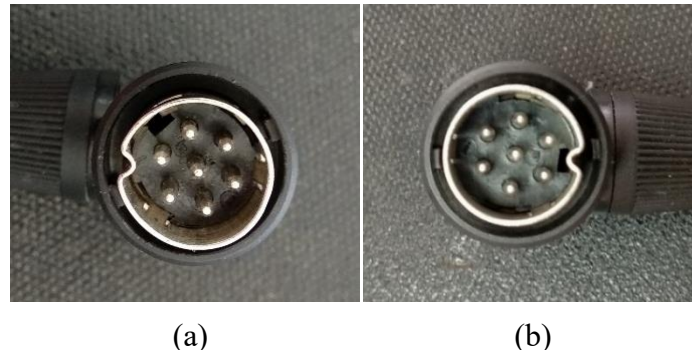


Figura 40 – Conector. (a) rodado;(b) funcional

Por vezes verifica-se que o aplicador não é detetado e, ao mesmo tempo, a situação anteriormente descrita não é aplicável. Nesse caso, quando o equipamento apresenta erros de calibração ou quando as luzes LED não acendam pode ser um indício da presença de danos no interior do cabo que acabam por impedir a passagem de sinal elétrico corretamente, normalmente devido à quebra de filamentos junto das ligações (Figura 41) ou devido à degradação da camada exterior do cabo (Figura 42).

Um dano também relativamente comum, que não interfere com o funcionamento técnico do equipamento, mas tem influencia na sua utilização, é a degradação da camada de borracha exterior do cabo que se torna dura e acaba por dificultar o manuseamento do acessório em questão já que provoca uma diminuição na maleabilidade do mesmo e assim torna mais complicado fazer certas movimentações com a sonda.

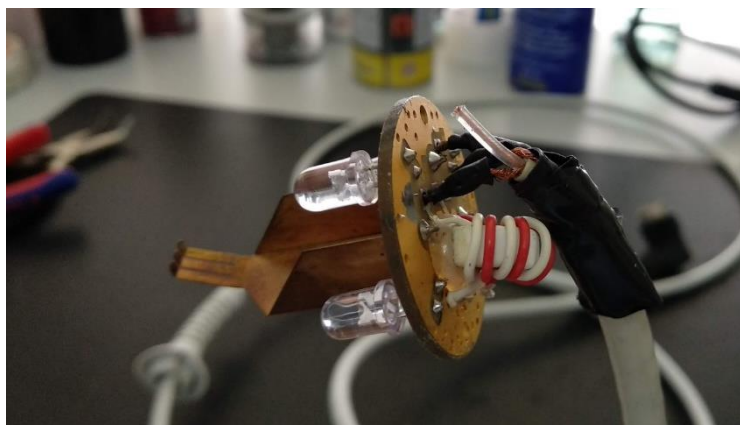


Figura 41 – Exemplo de ligação danificada



*Figura 42 – Exemplo de cabo danificado*

Após identificação do problema a solucionar é então feita a reparação. Para a troca do cabo é necessário proceder à sua remoção da placa e limpeza dos contactos. Concluída essa etapa é preparado o cabo novo para ser soldado na placa. Em todas as sondas das gamas BTL-4000 *Professional&Topline* e BTL-5000 está presente no interior do conector da sonda um componente denominado por *touch memory* (Figura 43) que precisa de ser transferida do cabo antigo para o novo. Dentro deste componente está, no caso das sondas de ultrassons, a informação correspondente à calibração do seu cristal, sendo assim necessária a substituição do mesmo caso a *touch memory* seja danificada, já que cada cristal está associado à sua *touch memory* e são intransmissíveis. Este componente é de extrema delicadeza e o seu manuseamento exige grandes cuidados para não ser danificado. No entanto, nos casos em que haja danos irreversíveis, tem de se proceder à sua substituição, assim como à do cristal.



*Figura 43 – Componente Touch Memory*

Em determinadas ocasiões procede-se apenas à substituição do chamado “corpo” da sonda (Figura 44). Este processo implica retirar o cabo da placa para se poder inserir o novo corpo e voltar a soldar tudo novamente. Este tipo de procedimento tem um impacto mais estético e na ergonomia de uso do acessório, já que é um dano que não influencia o funcionamento correto da sonda.



Figura 44 - Troca de corpo de cabeça de ultrassons

Na gama BTL-4000 *Smart&Premium* a substituição do cabo segue os mesmos parâmetros gerais, de remoção do cabo antigo da placa, limpeza dos contactos e preparação do novo cabo, sendo a mais significativa diferença o facto de não estar presente a *touch memory*, já que se está perante um novo design do produto.

Ainda no campo de ultrassons existe também o *HandsFree Sono*. No decorrer do estágio foi necessário proceder à substituição de um cabo danificado de um aplicador. De todos os aplicadores da terapia de ultrassons é o de mais fácil substituição já que está conectado com uma ficha (Figura 45), o que evita soldas, respetiva limpeza e preparações do cabo. Tem, no entanto, que se ter especial atenção à pasta térmica presente no aplicador, não devendo ser retirada nem espalhada de modo a se preservar o seu bom funcionamento.



Figura 45 - Conexão interior de aplicador Handfree Sono

## Sonda Laser

No caso da sonda laser, há também uma grande incidência nos casos de troca de cabo devido a danos físicos dos mesmos (Figura 46). A troca do cabo requer que se remova o danificado, dessoldando-o da placa interna da sonda, limpado de seguida os contactos e soldando o novo cabo. Assim como acontece na sonda de ultrassons é necessário também a troca da *touch memory*. Neste caso, este componente inclui a informação sobre a potência e comprimento de onda do laser, o que permite ao equipamento identificar corretamente os parâmetros da sonda e ajustar as suas definições de acordo com isso.



Figura 46 - Cabo danificado para troca

Caso haja danos na parte ótica do aplicador (Figura 47) é necessário recorrer à assistência técnica da fábrica, já que necessita de equipamento especializado que não está disponível nos departamentos técnicos das filiais da BTL. Este tipo de situações acontece usualmente devido a traumas físicos da sonda, normalmente devido a quedas ou colisões contra superfícies duras.



Figura 47 - Mau funcionamento da componente ótica

## Ondas de choque

Nos aplicadores de ondas de choque, o mais comum é serem reportadas falhas nos disparos. É então feito um diagnóstico tentando-se perceber a origem da irregularidade, ou até mesmo total ausência dos mesmos. Uma de três causas é normalmente determinada como o problema. O mais simples de resolver acontece quando o operador do aplicador não procede à sua limpeza com regularidade ou com o devido cuidado. Isto leva à acumulação de gel utilizado nos tratamentos, que acaba por secar e prender as partes móveis. Uma limpeza pode ser o suficiente para restaurar o correto funcionamento.

Não sendo esse o caso, é frequente o *kit* de disparos estar danificado e ter que ser substituído. Sendo este uma peça de desgaste, acaba por ser já uma situação esperada. A sua vida útil pode, em casos de boa manutenção e cuidado, ir até aos 2 milhões de disparos, sendo que a BTL garante o correto funcionamento até 1 milhão. Este tipo de substituição pode ser feito diretamente pelo cliente e as instruções para a sua realização são fornecidas juntamente com cada *kit* (Figura 48).

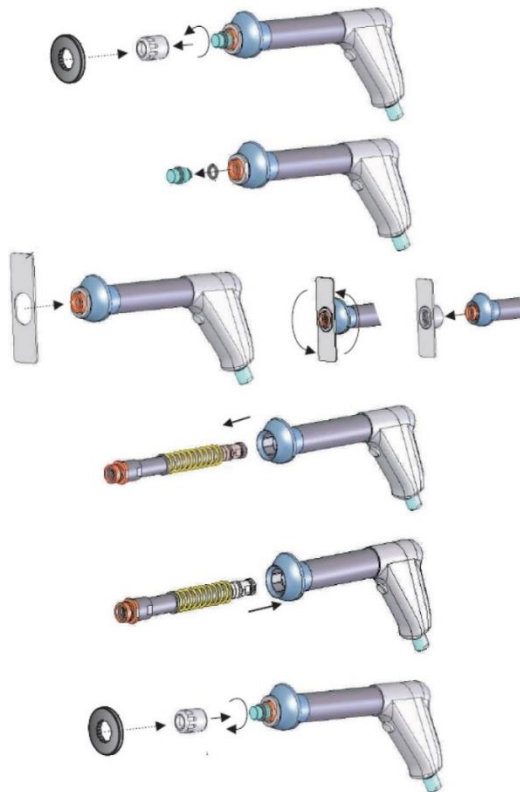


Figura 48 - Processo de troca de kit

Caso se determine que nenhum destes casos é o responsável pela falha analisa-se o funcionamento da válvula eletromagnética presente no aplicador que faz o controlo da passagem do ar que promove a atuação do mesmo (Figura 49).

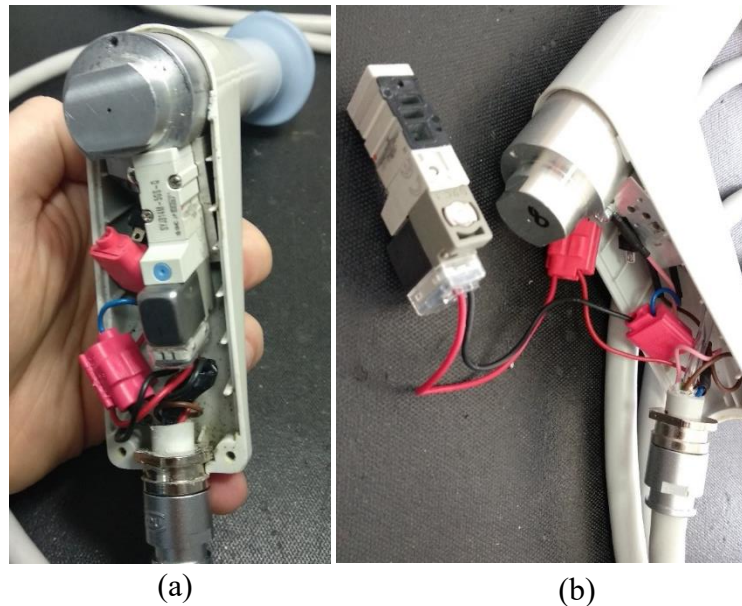


Figura 49 – Aplicador. (a) Interior; (b) Válvula retirada

O procedimento de troca da válvula consiste na sua remoção, começando por dois parafusos que a seguram. Esses parafusos implicam um certo cuidado especial, pois são frágeis e caso se partam todo o aplicador tem que ser enviado para o ISC. De seguida, são desconectados os seus contactos elétricos e descartados os conectores. Com a válvula nova vêm parafusos, conectores e uma borracha que faz a vedação do ar (Figura 50). Tudo isso é então descartado da válvula anterior e substituído por novos.



Figura 50 - Kit de substituição de válvula

## Equipamento de VAC

Quando se pretende a junção de vácuo à eletroterapia é necessário a presença de um compressor que faça esse mesmo vácuo. Há presente na gama BTL o VAC (Figura 51) e o VAC-II, duas versões que são usadas com a gama BTL-5000 e com a gama BTL-4000 *Smart&Premium* respetivamente.

No caso em mãos foi necessário intervencionar o VAC I, a versão mais antiga. Segundo o cliente, o seu botão rotativo que regula a intensidade estava não funcional. Juntamente com a confirmação desse mau funcionamento, usando uma ferramenta própria para tal testou-se todo o sistema de vácuo, concluindo o bom funcionamento do motor e ausência de fugas.

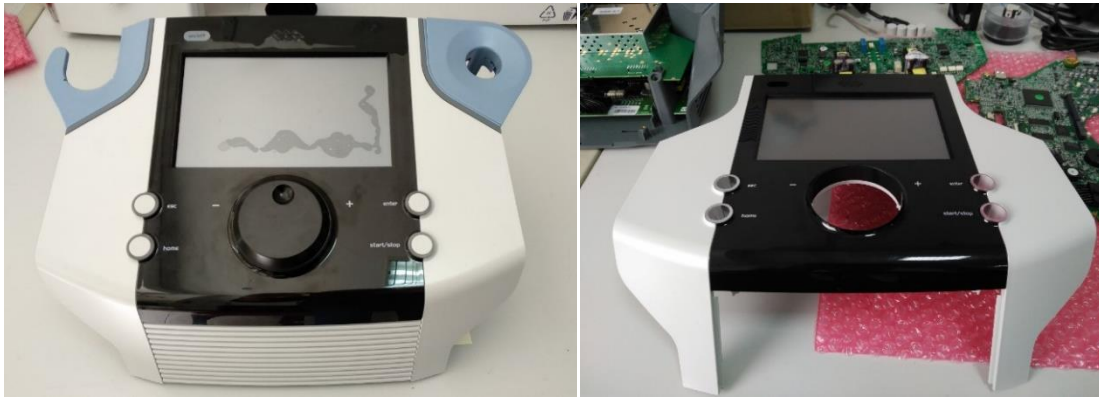
A intervenção neste equipamento não foi acompanhada até ao fim, já que o material necessário, devido à sua antiguidade, não estava em stock nos armazéns da empresa em Portugal e teve que ser encomendado da fábrica. Consequentemente, acabou por não chegar antes do término do período de estágio.



Figura 51 - VAC I com equipamento de teste

## Ecrãs

Algumas das terapias exigem o uso de certos produtos, como gel de ultrassons. Com o tempo, juntamente com a possível falta de limpeza adequada por parte dos utilizadores, pode haver acumulação desse tipo de gel no equipamento. Por vezes verifica-se que os botões ficam presos, o que geralmente se resolve com uma limpeza dos mesmos. Pode, no entanto, acontecer que esse gel, especialmente quando se lida com ecrãs táteis (Figura 52), comece a interferir com o correto funcionamento do mesmo. Muitas vezes neste tipo de situações a limpeza não resolve, acabando por ser necessária a substituição do mesmo.



(a)

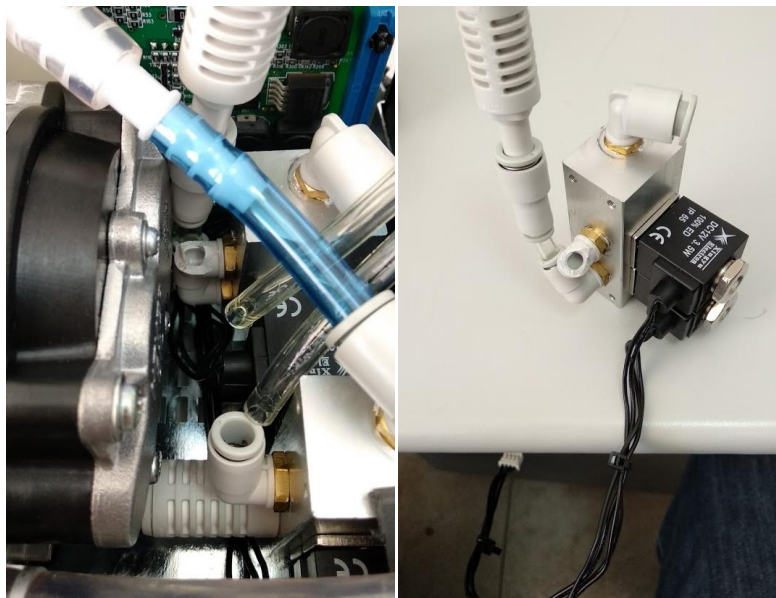
(b)

Figura 52 – Ecrã. (a) com danos; (b) novo

### Pressoterapia

No caso da pressoterapia, presente unicamente nos equipamentos BTL 6000 *Lymphastim* é comum a deteção de fugas no acessório, já que com o uso diário as suas ligações pneumáticas são sujeitas a stress que ao longo do tempo pode fazer com que partam. Nestes casos o acessório acaba por ser substituído, já que a sua construção não permite que sejam substituídas partes do mesmo.

Num caso presenciado, não se verificava a insuflação do acessório e era audível um esforço adicional do compressor. Após abertura do equipamento e análise detetou-se que uma das ligações de um tudo estava danificada (Figura 53). Devido ao seu difícil acesso exigiu a desmontagem de grande parte do equipamento para que pudesse ser substituída



(a)

(b)

Figura 53 - Tubo danificado. (a) dentro do equipamento; (b) retirado

### **CPMotion**

Não tendo sido um equipamento com o qual houve um extenso contacto, acabou por ser necessária uma intervenção com ele relacionada. O comando de controlo do equipamento não estava a responder a certos comandos, apontando para um problema relacionado com o cabo. Procedeu-se assim à sua troca, um processo simples, já que implica apenas a desmontagem do comando (Figura 54), desconexão do cabo danificado e ligação do novo sem a necessidade de preparação prévia ou soldas.



(a) (b)  
Figura 54 – Cabo. (a) desconectado; (b) após a troca

### **Botões rotativos**

Todas as peças com ação mecânica acabam por sofrer desgaste e eventual mau funcionamento. Durante o estágio foi recorrente encontrar botões rotativos, que são amplamente utilizados em toda a gama BTL a apresentar mau funcionamento. Tipicamente esse mau funcionamento apresenta-se de uma forma em que o equipamento não consegue reconhecer o lado correto para que se gira o botão. Alguns têm ainda uma funcionalidade quando são pressionados. Todas estas ações têm limites de vida útil, embora não haja números concretos que nos digam quais são. Como a correta navegação dos variados menus é indispensável para que se consiga utilizar o equipamento este procedimento relativamente simples acaba por ter uma importância tremenda para o utilizador.

Após se verificar realmente que está a haver um mau funcionamento, seja através do menu de diagnóstico presente no *software* do equipamento, seja na própria

navegação dos menus é desmontado o equipamento e retirada a placa de circuito impresso em que se encontra o botão a ser substituído (Figura 55). De seguida dessolda-se o botão a ser retirado. Após limpeza dos contactos na placa é então colocado o botão novo e procede-se à sua fixação através de solda. Para finalizar testa-se a sua correta funcionalidade através do *software* presente no próprio equipamento.



Figura 55 - Placa com botão danificado à e botão novo ao seu lado

### Troca de placas internas

Nos manuais de serviço dos vários equipamentos estão presentes tabelas de *troubleshooting* que permitem um rápido diagnóstico dos eventuais problemas que possam ocorrer, contendo também as suas causas e possíveis soluções. Parte destas soluções passam pela substituição de placas internas dos equipamentos (Figura 56). É utilizado este método quando se verifica que está em causa o correto funcionamento de uma placa já que, não faz parte da política da BTL fazer reparações a nível dos componentes da mesma. Isto garante um melhor controlo de qualidade eliminando a possibilidade de se manifestarem outros problemas futuros na placa problemática que se possam ter vindo a desenvolver fruto da avaria que foi intervencionada.

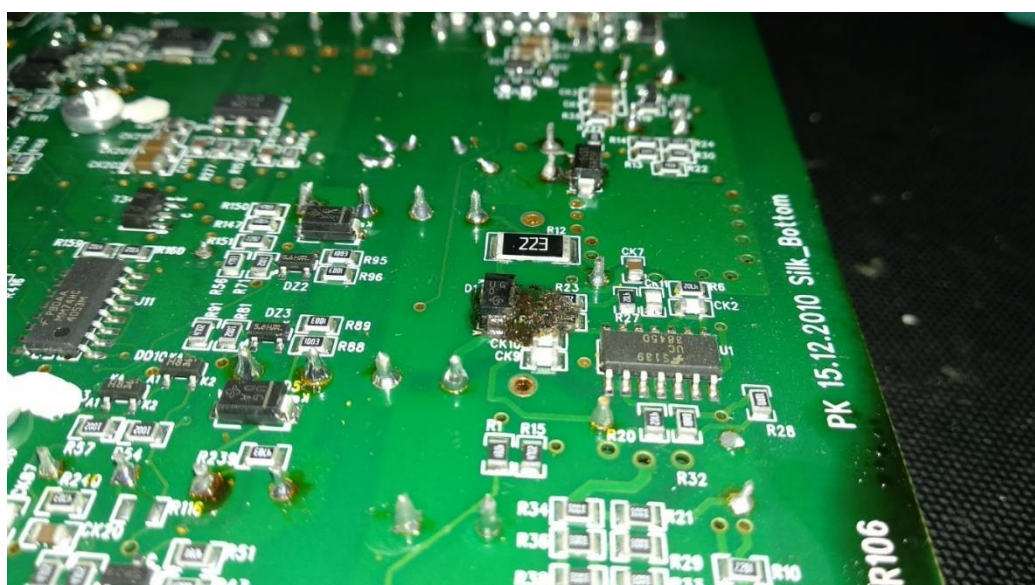


Figura 56 - Placa interna danificada

Este tipo de intervenções é relativamente comum com origem nas mais variadas causas, no entanto, durante o decorrer do estágio verificou-se que as causas mais comuns acabam por ser devido a infiltrações de líquidos (Figura 57) e não tanto por falha do próprio equipamento.



Figura 57 - Placa com vestígios de líquidos

#### 4.2.2 Cardiologia

##### ECG's

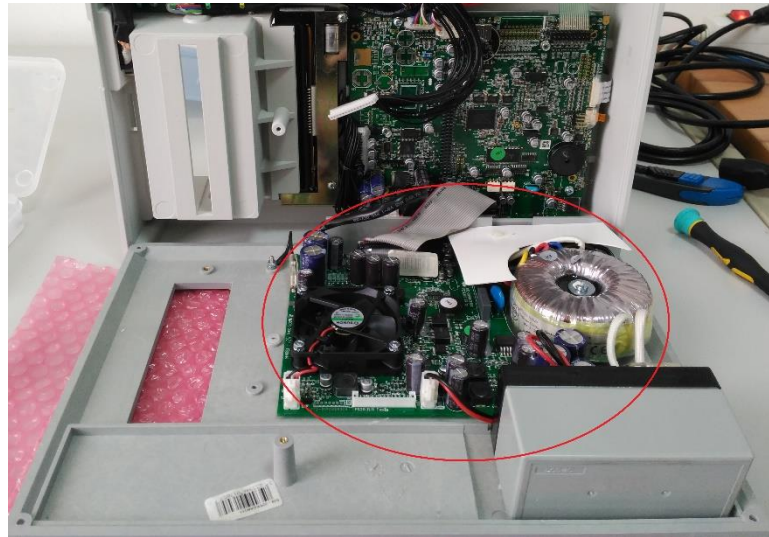
Alguns dos casos encontrados com equipamentos de ecocardiografia estavam relacionados com o facto do equipamento não ligar. Num desses casos constatou-se que os LED's referentes à alimentação do mesmo estavam acesos, o que de imediato permitia excluir que fosse um problema relacionado com os seus fusíveis ou



Figura 58 - Teste de teclado ECG

alimentação. Presumindo que poderia ser um problema com o botão ON/OFF testou-se um teclado novo (Figura 58) e verificou-se que o aparelho já ligava. Foi então procedida à troca do teclado.

No outro tipo de casos encontrados em que o equipamento não ligava, no diagnóstico inicial verificou-se que os LED não acendiam. Após verificação do estado dos fusíveis, estando tudo em boa ordem de funcionamento verificou-se o transformador interno do ECG (Figura 59) e havia uma inexistência de tensão à sua saída. Estando assim diagnosticada a causa do problema, houve a troca do mesmo.



*Figura 59 - Transformador do ECG*

Outras situações encontradas, em que havia funcionamento parcial do ECG trataram-se de maus funcionamentos das impressoras. A impressora é indispensável em muitas das aplicações destes equipamentos (Figura 60).



*Figura 60 – Interior de um ECG, zona da impressora*

A troca da impressora nos ECG é um procedimento que implica uma desmontagem parcial do mesmo, sendo a parte mais crítica o facto de se ter que ter especial atenção a um dos seus conectores que, se for mal ligado, pode danificar irreversivelmente a placa a que se encontra ligado forçando assim a sua substituição. Muitas vezes os

danos da impressora não são visíveis (Figura 61) mas acabam por provocar uma impressão deficiente e inaceitável.

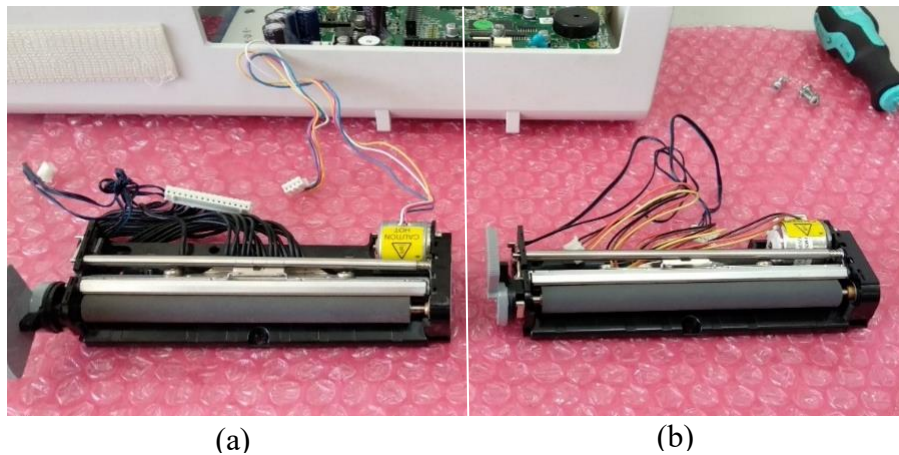


Figura 61 – Impressora. (a) danificada; (b) nova

### **Holter**

Um registador *Holter* apresentava danos físicos cosméticos. Procedeu-se então à troca de todos os seus componentes internos funcionais para um chassis novo (Figura 62). Um procedimento relativamente simples, já que se trata de um equipamento simples.

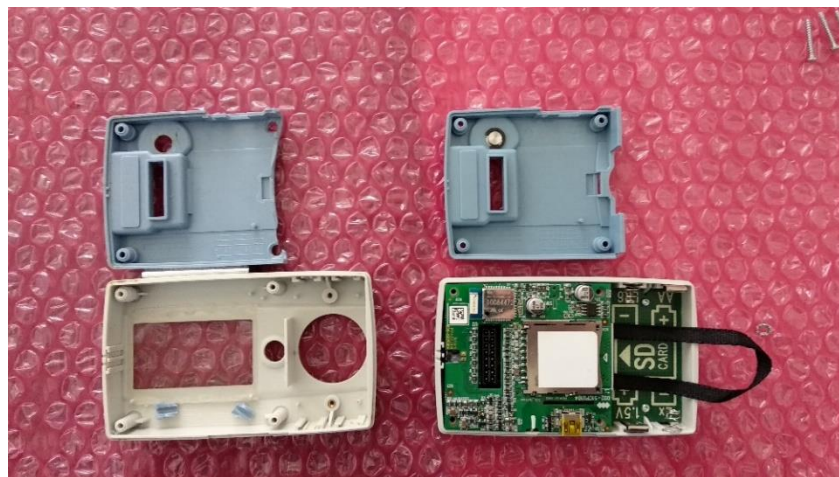


Figura 62 - Chassis antigo danificado e chassis novo já com a placa interna do equipamento

### **4.2.3 Medicina Estética**

A área de estética, como apresenta um menor volume total de vendas acaba por representar também a menor parte de intervenções.

### ***Vanquish Me***

No caso do *Vanquish Me*, a única intervenção técnica ocorreu numa deslocação ao domicílio. A assistência técnica da BTL foi chamada às instalações de um cliente, para averiguar o não funcionamento do equipamento em questão. Aquando de uma primeira inspeção verificou-se que o equipamento não ligava, nem mesmo a sua luz de *stand by*. O próximo passo foi então confirmar o estado do fusível do equipamento, que se encontrava interrompido. Após a sua substituição e confirmação do seu bom funcionamento foi dada como encerrada a intervenção.

### ***Exilite***

No caso dos equipamentos da gama *Exilite*, é necessária a troca da lâmpada do seu aplicador (Figura 63) quando esta chega ao seu fim de vida. Como forma de segurança para evitar queimaduras ao utente no fim de um determinado número de disparos o próprio equipamento indica que é necessário a mudança de lâmpada. Esse aviso é feito antes do número limite máximo, dando uma margem para que se possa organizar a substituição da lâmpada. Quando o limite máximo de disparos permitidos para aquela lâmpada é atingido, o próprio equipamento bloqueia os procedimentos ao utilizador.

É um processo que tem obrigatoriamente de ser feito por técnicos BTL, já que implica a abertura do aplicador e uma lâmpada única para esta utilização. Após essa troca, é necessário calibrar o equipamento, seguindo os paços que o próprio indica.



Figura 63 - Aplicador Exilite

## **4.3 Testes e Calibração de Equipamentos**

Após todas as intervenções é necessário testar e calibrar os equipamentos para assim se certificar que estão no estado de funcionamento pretendido e prontos a ser entregues ao cliente. O uso destes equipamentos permite também, na fase de diagnóstico, tornar mais rápido e fácil a identificação das causas de alguns dos problemas que possam surgir.

### Sonda de Ultrassons

No caso da sonda de ultrassons é usado um método simples. Seguindo as indicações do manual do equipamento, mergulhando a sonda num recipiente plástico com água (Figura 64), segue-se as instruções dadas pelo *software* do equipamento e é então feito o processo de calibração. Este processo de calibração permite ao equipamento fazer uma melhor distinção entre um correto contacto com a pele ou com o ar. Como teste de funcionamento é usado o mesmo método, que possibilita após uma calibração bem-sucedida a verificação do seu funcionamento dessa mesma forma. Após tudo isto, como teste final é importante verificar um funcionamento mais alargado do aplicador, cumprindo os parâmetros definidos nos seus manuais. Essa verificação implica fazer várias simulações de terapias com diferentes durações, intensidades e frequências.



Figura 64 - Calibração Sonda Ultrassons

### Laser

No caso das sondas laser, o seu teste passa por fazer a emissão da luz da sonda para uma superfície em que se permita perceber se a emissão está a ser feita corretamente, quer da luz guia, quer da radiação de tratamento em si. O teste deste tipo de equipamento requer algum cuidado, já que se deve evitar a exposição direta ocular à radiação emitida, tomando as devidas precauções.

### Magnetoterapia

No caso dos equipamentos de magnetoterapia, é utilizado um aparelho que faz a verificação da integridade no cabo do aplicador (Figura 65), assim como de todas as corretas ligações e conduções internas do mesmo. Caso detete algum mau funcionamento emite um sinal sonoro.

No caso de o aparelho anterior não detetar nenhum mau problema, pode-se atestar o seu correto funcionamento utilizando, segundo as instruções técnicas do equipamento, um objeto metálico com propriedades que o permitam reagir à presença de um campo magnético.



Figura 65 - Equipamento de teste de aplicadores de magnetoterapia

## Eletrocardiograma

No eletrocardiograma (ECG) é utilizado um aparelho que simula sinais elétricos fisiológicos (Figura 66). Esse equipamento permite a escolha de vários tipos de traçado com ou sem patologias. Como já se sabe à partida o que esperar que apareça no ecrã do equipamento que se está a testar pode-se assim despistar problemas de conexão e ruído no cabo de paciente ou no próprio ECG de um modo simples e rápido.

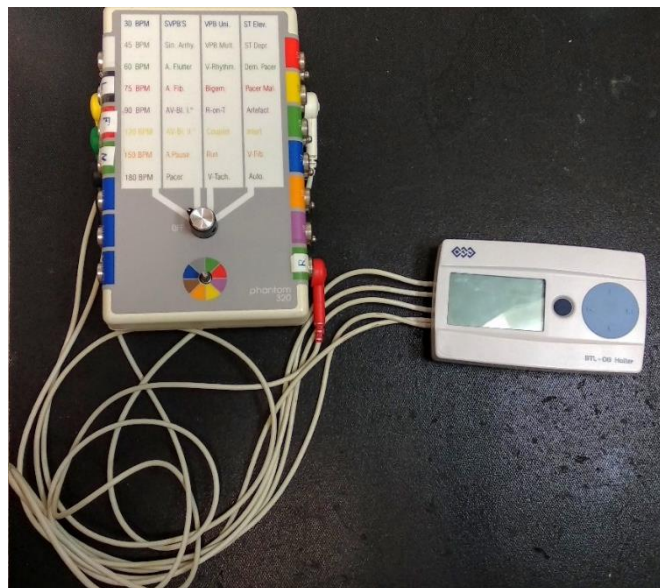


Figura 66 - Equipamento de teste de ECG

Também nos ECG, é feito o teste de segurança elétrica. Para tal recorre-se ao equipamento Fluke ESA612 (Figura 67) que testa os ECG de acordo com a norma IEC62353 no que toca aos testes efetuados e valores limite. No fim do teste é produzido um relatório (Anexo 1), que determina se o equipamento está certificado, de um ponto de vista de segurança elétrica, para uso.

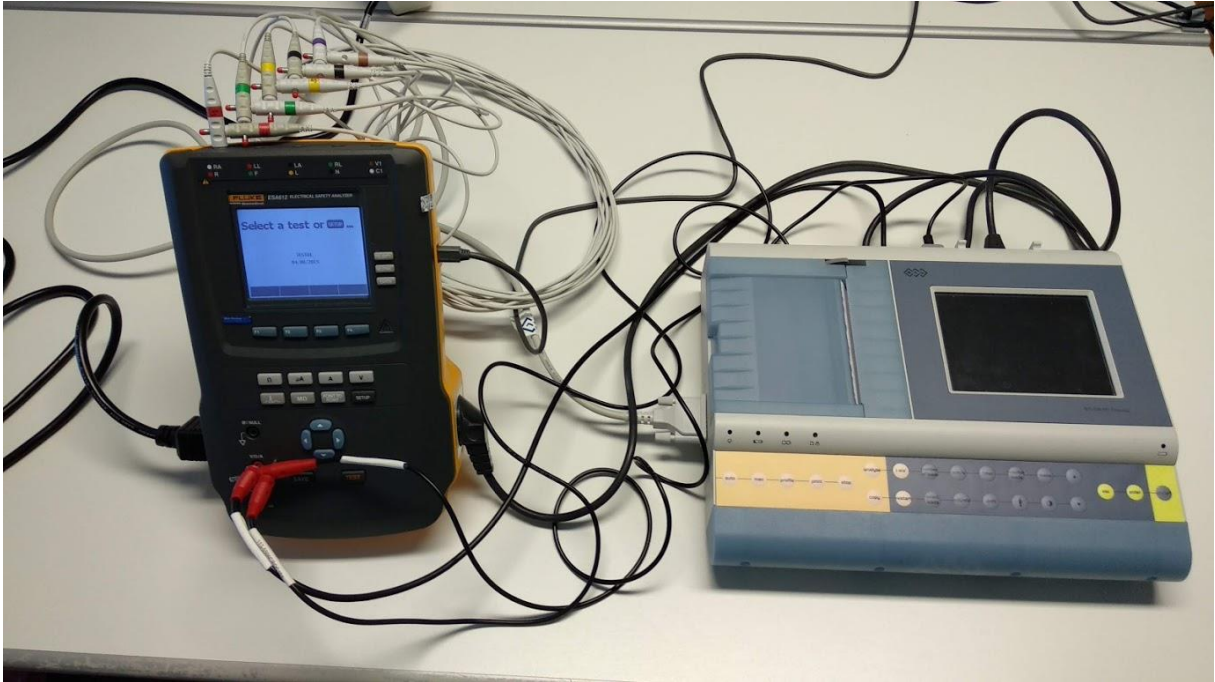


Figura 67 – Equipamento Fluke ESA612 e ligação para teste de segurança elétrica a ECG

## Spiro

O equipamento de espirometria necessita de calibração. Para tal, recorre-se a uma seringa com um volume pré-determinado (Figura 68). Com esta seringa e em conjunto com o próprio *software* do equipamento, que possui um protocolo embutido para o efeito, é feita a sua calibração.



Figura 68 - Seringa de calibração de Spiro

## Exilis

No caso do BTL Exilis não é necessária qualquer calibração. Há, no entanto, um método de teste que simula o seu funcionamento no corpo humano (Figura 69). Consegue-se assim verificar qualquer falha no seu funcionamento e deteção do contacto com a pele. Esse teste consiste em introduzir no equipamento de teste os aplicadores e realizar uma terapia. No decorrer dessa terapia consegue-se verificar se há um funcionamento normal e esperado por parte do equipamento.



Figura 69 - Equipamento de teste Exilis

## Exilite

No BTL Exilite, após a troca da sua lâmpada, e quando o aparelho assim o solicitar, é necessário fazer a sua calibração, sendo para tal usado o filtro apresentado na Figura 70. Esta calibração é feita através do *firmware* do próprio equipamento, sendo apenas necessária a intervenção do técnico para inserir o filtro no aplicador.



Figura 70 - Filtro Exilite

Com alguns dos equipamentos apresentados no início do relatório não houve interação a nível de intervenções técnicas, tendo havido contacto apenas a nível de entrega aos clientes.

#### **4.4 Entrega de Equipamentos**

A entrega de equipamentos na BTL é, normalmente, efetuada pelo departamento comercial, sendo que o vendedor responsável pelo cliente em questão faz essa mesma entrega, muitas vezes seguida de uma formação na utilização do equipamento no ponto de vista do utilizador final. No entanto, quando a logística assim o exige ou quando é necessária alguma intervenção mais técnica na montagem e preparação dos equipamentos o departamento técnico é chamado a intervir. No decorrer do estágio deram-se três desses casos, descritos sumariamente de seguida.

Na primeira entrega presenciada, uma clínica de fisioterapia procedeu à aquisição de vários equipamentos. Então, num exercício de agilização logística e rapidez de montagem houve a participação do departamento técnico. Essa participação passou pelo transporte e montagem dos equipamentos na localização do cliente, enquanto o vendedor responsável dava formação relativa à utilização dos equipamentos aos colaboradores da clínica.

Passado algum tempo foi presenciada a entrega de um equipamento de magnetoterapia que, cuja montagem e instalação exigia a presença de mais do que uma pessoa. Esta montagem exigiu uma deslocação ao Algarve, juntamente com o vendedor responsável pela zona, procedendo-se então à montagem e formação dos clientes na utilização do novo equipamento.

A última entrega que foi acompanhada foi para montagem e preparação para uso de uma prova de esforço. Nesta situação havia a exigência de configuração de *software* e preparação para integração no sistema do hospital em que foi instalado. Esse tipo de ação é realizado pelo departamento técnico da BTL, juntamente com os serviços de informática do hospital/clínica. Mais uma vez houve uma deslocação, desta vez a Santa Maria da Feira.

Houve também a realização de alguns congressos (Figura 71), feiras e demonstrações que exigem a preparação dos vários equipamentos e cenário correspondente. Esse tipo de funções recai muitas vezes sobre o departamento técnico que assim assegura o correto funcionamento de todas os equipamentos envolvidos, muitas vezes garantindo o seu correto transporte, montagem e desmontagem, garantindo assim que estão sempre em bom funcionamento, já que os equipamentos usados para este tipo de eventos são usados também para demonstrações a clientes, situações em que não podes falhar.



Figura 71 - Espaço de congresso no estádio do Sporting Clube de Portugal

### 4.5 Considerações Finais

Durante este capítulo foram expostos os diferentes tipos de atividades decorridas durante o estágio. Cada uma delas acabou por trazer as suas mais valias numa perspetiva de formação pessoal e profissional. As intervenções nos equipamentos, nomeadamente no âmbito das manutenções preventivas permitiram a valiosa observação de como é que se interpreta o diagnóstico e orçamentação de equipamentos danificados, assim como gestão de *stocks* e organização de trabalho. No campo das entregas de equipamentos foi vantajoso ter um contacto com o cliente final, o que potenciou um desenvolvimento de um à vontade para lidar com esse tipo de situações, envolvendo pessoas desconhecidas em ambientes formais.

## 5. Conclusões e Propostas de Melhoria

Neste capítulo podemos encontrar um conjunto de conclusões em relação ao estágio e à empresa. São também referenciadas propostas de melhoria futuras para um melhor funcionamento do departamento e do seu trabalho.

### 5.1 Conclusões

O estágio no qual se foca este relatório, realizado na BTL Portugal permitiu um grande desenvolvimento a nível pessoal, profissional e académico.

Como iniciação ao mercado de trabalho foi uma experiência de vida que deu uma grande ajuda na compreensão do funcionamento de uma empresa que preste serviço de venda e manutenção de equipamentos, neste caso, médicos e de estética. Permitiu também conhecer o funcionamento da estrutura de uma empresa, hierarquias, processos de aprovação e todas as pequenas coisas que acabam por fazer parte do dia-a-dia. Com todos os conhecimentos adquiridos ao longo do estágio houve também a consolidação e aprofundamento de ensinamentos académicos, até então maioritariamente teóricos. Num ponto de vista de relações interpessoais foi gratificante presenciar todo o espírito de cooperação existente na BTL, em que todos trabalham para um objetivo comum, o crescimento da empresa. Esse tipo de vivência incentiva a que, no decorrer da vida profissional e até pessoal, se faça sempre o melhor e se trabalhe todos os dias para melhorar.

Juntando a tudo isto o estágio foi também importante na medida em que permitiu, através do contacto prático com o mundo do trabalho, ter a confirmação que se trata realmente da área profissional que se quer seguir.

### 5.2 Propostas de Melhoria

No decorrer do estágio sentiu-se que alguns pormenores poderiam ser melhorados. Uma das propostas de melhoria passa pela sugestão de criação de um espaço dedicado às verificações dos equipamentos novos no próprio armazém.

Uma melhor catalogação, realçando-se a localização precisa das várias peças/componentes ajudaria também a um dia-a-dia mais suave diminuindo o tempo de procura de peças devido ao extenso leque existente e às várias versões dentro dos mesmos componentes.



---

## Referências

- [1] “Sobre a Empresa - Grupo BTL,” [Online]. Available: <https://www.btlportugal.pt>. [Acedido em 5 abril 2018].
- [2] H. Mahfoud, A. E. Barkany e A. E. Biyaali, “Preventive Maintenance optimization in Healthcare Domain: Status of Research and Perspective,” *Journal of Quality and Reliability Engineering*, 2016.
- [3] I. Ahuja e J. Khamba, “Total productive maintenance: literature review and directions,” *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol 25, pp. 709-756, 2008.
- [4] H. M. Hashemian, “State-of-the-Art Predictive Maintenance Techniques,” *IEEE Transaction on Instrumentation Ans Measurment.*, vol. 60, nº 1, 2011.
- [5] F. Chan, H. Lau, R. Ip, H. Chan e S. Kong, “Implementation of total productive maintenance: A case study,” *International Journal of Production Economics*, pp. 71-94, 2005.
- [6] K. E. McKone, R. G. Schroeder e K. O. Cua, “The impact of total productive maintenance practices on manufacturing preformance,” *Journal of Operations Management*, nº 19, pp. 39-58, 2001.
- [7] R. Dekker, “Applications of maintenance optimization models: a review and analysis,” *Reliability Engineering and System Safety*, vol. 51, pp. 229-240, 1996.
- [8] IEC 60601-1-11:2015, “*Medical electrical equipment Part 1-General requirements for basic safety and essential performance – Collateral Standard: Requirements for medical electrical equipment and medical electrical systems used in the home healthcare environment*”, 2015.
- [9] Fluke Biomedical, *Introdução aos testes de segurança: Parte I*, 2014.
- [10] IEC 61140:2016, *Protection against electric shock - Common aspects for installations and equipment*, 2016.
- [11] D. Feulner, “IEC 62353: Standards for the Safety and Efficacy of Medical Electrical Equipment,” 2013.
- [12] C. A. Speed, “Therapeutic ultrasound in soft tissue lesions,” *Reumathology*, pp. 1331-1336, 2001.
- [13] J. M. Bjordal, C. Couppé, R. T. Chow, J. Tounér e E. A. Ljunggren, “A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders,” *Autralian Journal of Physiotherapy*, vol. 49, 2003.
- [14] Z. Aziz e N. Cullum, “Electromagnetic therapy for treating venous leg ulcers,” *Cochrane Database of Systematic Reviews*, vol. 7, 2015.
- [15] M. I. Johnson e G. Tabasam, “An Investigation Into the Analgesic Effects of Interferial Currents and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Experimentally Induced Ischemic Pain in Otherwise Pain-Free Volunteers,” *Physical Therapy*, vol. 83, nº 3, pp. 208-223, 2003.
- [16] C. Wang, “Extracorporeal Shockwave Therapy in Musculoskeletal Disorders,” *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, pp. 163-168, 2012.

- [17] M. Denis, H. Moffet, F. Caron, D. Ouellet, J. Paquet e L. Nolet, “Effectiveness of Continuous Passive Motion and Conventional Physical Therapy After Total Knee Arthroplasty: A Randomized Clinical Trial,” *Physical Therapy*, vol. 86, nº 2, 2006.
- [18] “Holter Monitor,” [Online]. Available: [http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/HeartAttack/SymptomsDiagnosisofHeartAttack/Holter-Monitor\\_UCM\\_446437\\_Article.jsp#.Wt33UpfOWMo](http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/HeartAttack/SymptomsDiagnosisofHeartAttack/Holter-Monitor_UCM_446437_Article.jsp#.Wt33UpfOWMo). [Acedido em 13 abril 2018].
- [19] H. B. Dias, A. S. Oliveira, C. Bárbara, J. Cardoso e E. M. Gomes, “Critérios da Qualidade para a Realização de Espirometrias em Adultos,” [Online]. Available: <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/relatorio-de-efetividade-de-uma-rede-de-espirometria-no-diagnostico-da-doenca-pulmonar-obstrutiva-cronica-nos-cuidados-de-saude-primarios1.aspx>. [Acedido em 24 abril 2018].
- [20] F. X. Kleber, P. Waurick e M. Winterhalter, “CPET in heart failure,” *European Heart Journal Supplements*, vol. 6, 2004.
- [21] K. Albouaini, M. Egred, A. Alahmar e D. J. Wright, “Cardiopulmonary exercise testing and its application,” *Postgraduate Medical Journal*, vol. 83(985), pp. 675-682, 2007.
- [22] R. Weiss, M. Weiss, K. Beasley, J. Vrba e J. Bernardy, “Operator Independent Focused High Frequency ISM Band for Fat Reduction: Porcine Model,” *Lasers in Surgery and Medicine*, vol. 45(4), pp. 235-239, 2013.
- [23] J. Pumprla, K. Howorka, Z. Kolackova e E. Sovova, “Non-contact radiofrequency-induced reduction of subcutaneous abdominal fat correlates with initial cardiovascular autonomic balance and fat tissue hormones: safety analysis,” *F1000Research*, pp. 4-49, 2015.
- [24] B. Berankova e P. Simotova, “Evaluation of non-invasive body sculpting method based on novel efficient application of high-frequency energy administered to human adipose tissue,” *Journal of Czecho-Slovak Association of Anti-Aging Medicine*, vol. 2, 2009.
- [25] J. Berenholz, T. Sims e G. Botros, “HIFEM Technology Can Improve Quality of Life of Incontinent Patients,” [Online]. Available: [https://www.avantemedicalcenter.com/images/documents/BTL\\_Emsella\\_LF\\_White-paper\\_ENUS100.pdf](https://www.avantemedicalcenter.com/images/documents/BTL_Emsella_LF_White-paper_ENUS100.pdf). [Acedido em 26 março 2019].
- [26] K. Fritz, C. Salavastru e M. Gyurova, “Clinical evaluation of simultaneously applied monopolar radiofrequency and targeted pressure energy as a new method for noninvasive treatment of cellulite in postpubertal women,” *Journal of Cosmetic Dermatology*, vol. 17, pp. 361-364, 2018.

# ANEXO



## Final Inspection Report

Customer details: (Name) .....  
 (Address) .....  
 (Phone number) .....

Report No.: ..... Device name: BTL-08 ECG/ Spiro  
 L (or)  M (or)  S  Spiro

Device details:

Component description	Name / Model*	Firmware version*	S/N*
Unit	BTL-08 MT PLUS	6.17.1000R100	073P-B-02242
Accessories	ECG cables (leads)	---	
	Accessory for spirometry		

\*cross out whichever is inapplicable

Used equipment and documents:

Calibration syringe 203-SYRINGE3L (for devices with SPIRO option) (S/N) .....  
 Electrical safety analyzer Fluke ESA612 (S/N) 2892037  
 Measurement test sequence file "DUT\_CL2\_CF\_ESA612\_XXX.mts" (Ver. - xxx) 101  
 Set of measuring cables 990-59CABLESFLUKE (universal set for all BTL devices)  
 PC laptop with Ansur Test Automation Software and ESA612 Plug-in, USB cable  
 Document "General Instructions and Common Service Tasks" and device "User Manual"

Measuring conditions:

Ambient temperature according to the device "User Manual" .....  PASS  FAIL

1. Visual inspection

- a) All labels and marking present and legible .....  PASS  FAIL
- b) Voltage selector switch set to correct voltage .....  N/A  PASS  FAIL
- c) All fuses values as stated on the unit .....  PASS  FAIL

2. Internal parts inspection

- a) Board connectors fastening check .....  DONE
- b) Cooling fans check .....  N/A  PASS  FAIL

3. HW key mode and regional settings

(Check the settings only after Master unit or Master PCB exchange.)  
 HW key mode .....  (unique HW long key must be entered)

4. Electrical safety measurements

- a) Device electrical safety measurements.....  N/A  PASS  FAIL  
 (Attach "Test Report" with measured values.)

5. Functionality verification

- a) Correct system time/date .....  DONE
- b) LCD / LCD backlight functionality.....  PASS  FAIL
- c) Buttons functionality .....  PASS  FAIL
- d) Unit speaker functionality .....  PASS  FAIL
- e) Touch panel calibration .....  N/A  PASS  FAIL
- f) Accessory for spirometry calibration .....  N/A  PASS  FAIL
- g) Running ECG monitor check .....  PASS  FAIL
- h) Printer functionality .....  PASS  FAIL

Date: ..... Performed by: .....

Teste de segurança eléctrica

---

## Test record

**TEST PASSED**

<b>Test performed</b>		<b>Ansur components used</b>	
Date:	19-10-2016	Ansur	Version 2.9.7
Record:	DUT_CL2_BF_ESA612 _101.mts	Plug-In: AVPI	Version 2.4.10
Template:	DUT_CL2_BF_ESA612 _101.mtt	Plug-In: ESA612	Version 1.1.2

## Test setup

### Selections

Service events performed	Standards performed
	IEC 62353 (CL2)

### Device under test

Serial number	073P-B-02242	Type	BTL 08 ECG
Appliance code		Model	BTL 08 MT PLUS ECG
Group		Location	
Status		Address 1	
Manufacturer	BTL	Address 2	

### MTI Data

Test instrument	Serial number	Firmware version
ESA612B	2892037	v2.05

## Signatures

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Fluke Biomedical Ansur Test Report

**Test result**

Test element	Test type				Fail
Report No. <i>Result:</i> Fill in the Report No.	<i>General List</i> <i>Recorded value</i> 01 - 19/10/2016				
Device Serial No. <i>Result:</i> Fill in the Device Serial No.	<i>General List</i> <i>Recorded value</i> 073P-B-02242				
Measuring Conditions - Temperature <i>Limits:</i> <i>IEC - IEC 62353 (CL2)</i> <i>Result:</i> Fill in the ambient temperature	<i>High value</i> <i>Recorded value</i> 20	<i>Numerical List</i> <i>Low value</i>	<i>Unit</i> °C		
IEC 62353 Direct Leakage - Class II <i>Configuration:</i> Polarity Switching Delay:5(s)  <i>Module Configuration</i>	<i>Auto Sequence</i>				
	<b>#</b>	<b>Module info</b>	<b>Class</b>	<b>Leads</b>	
	7	Module Code Serial No. Type	ALL APPLIED PARTS BF	1	
Mains Voltage	<i>Mains Voltage</i>				
Live to Neutral <i>Result:</i> Live to Neutral	<i>Value</i> 232,5	<i>Mains Voltage</i> <i>Live to Neutral</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Live to Earth <i>Result:</i> Live to Earth	<i>Value</i> 233,1	<i>Mains Voltage</i> <i>Live to Earth</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Neutral to Earth <i>Result:</i> Neutral to Earth	<i>Value</i> 0,9	<i>Mains Voltage</i> <i>Neutral to Earth</i> <i>Unit</i> V	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i>	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Direct Equipment Leakage	<i>Direct Equipment Leakage</i>				
Normal Condition <i>Result:</i> Normal Condition	<i>Value</i> 3,2	<i>Direct Equipment Leakage</i> <i>Normal Condition</i> <i>Unit</i> uA	<i>High limit</i> 100	<i>Low limit</i> 0	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)
Normal Condition, Reversed mains <i>Result:</i> Normal Condition, Reversed mains	<i>Value</i> 3,1	<i>Direct Equipment Leakage</i> <i>Normal Condition, Reversed mains</i> <i>Unit</i> uA	<i>High limit</i> 100	<i>Low limit</i> 0	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)

Serial number: 073P-B-02242  
Date:

Page 2 of 3  
C:\Users\João Ricardo\Desktop\Fluke\DUT\_CL2\_BF\_ESA612\_101.mts

Fluke Biomedical AnsurTest Report

Test element	Test type					Fail
Direct Applied Part Leakage	<i>Direct Applied Part Leakage</i>					
Normal Condition	<i>Direct Applied Part Leakage Normal Condition</i>					
<i>Result:</i> ALL APPLIED PARTS	<i>Value</i> 10,6	<i>Unit</i> uA	<i>High limit</i> 5000	<i>Low limit</i> 0	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)	
Normal Condition, Reversed mains	<i>Direct Applied Part Leakage Normal Condition, Reversed mains</i>					
<i>Result:</i> ALL APPLIED PARTS	<i>Value</i> 10,6	<i>Unit</i> uA	<i>High limit</i> 5000	<i>Low limit</i> 0	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)	
Insulation Resistance <i>Configuration:</i> Test Voltage:500V	<i>Insulation Resistance</i>					
Mains to Applied Parts	<i>Insulation Resistance Mains to Applied Parts</i>					
<i>Result:</i> ALL APPLIED PARTS	<i>Value</i> 99999,0	<i>Unit</i> MOhm	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i> 20	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)	
Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part	<i>Insulation Resistance Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part</i>					
<i>Result:</i> Mains to Non-Earth Accessible Conductive Part	<i>Value</i> 99999,0	<i>Unit</i> MOhm	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i> 20	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)	
Applied Parts to Non-Earth Accessible Conductive Part	<i>Insulation Resistance Applied Parts to Non-Earth Accessible Conductive Part</i>					
<i>Result:</i> ALL APPLIED PARTS	<i>Value</i> 99999,0	<i>Unit</i> MOhm	<i>High limit</i>	<i>Low limit</i> 20	<i>Standard</i> IEC 62353 (CL2)	

Serial number: 073P-B-02242  
Date:

Page 3 of 3  
C:\Users\João Ricardo\Desktop\Fluke\DUT\_CL2\_BF\_ESA612\_101.mts