



Universidade de
Aveiro
Ano 2024

**Ana Margarida Dias da Manutenção Hospitalar- Engenharia Clínica
Costa**



Universidade de
Aveiro
Ano 2024

Ana Margarida Dias da Manutenção Hospitalar- Engenharia Clínica Costa

Relatório de estágio curricular realizado na empresa ATM- Manutenção Total apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica, executado sobre a orientação científica do Doutor Carlos Davide da Rocha Azevedo, professor auxiliar do departamento de física da Universidade de Aveiro e supervisionada pela Engenheira Núria Renata Moreira gestora de manutenção das unidades CUF Norte.

O júri

Presidente

Professora Doutora Ana Luísa Monteiro da Silva

Professora auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

Vogais - Arguente

Professor Doutor Daniel Ferreira Polónia

Professor auxiliar convidado no Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Vogais - Orientador

Professor Doutor Carlos Davide da Rocha Azevedo

professor auxiliar do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Nesta fase importante para o meu desenvolvimento pessoal, não podia deixar de agradecer a várias pessoas por todo o apoio prestado.

Gostaria de começar por agradecer aos meus pais, Eduarda e António e ao meu irmão Pedro, por todo o apoio que me deram nesta jornada e por sempre me motivarem a perseguir os meus sonhos.

Ao meu orientador professor Carlos Azevedo, pelo apoio, confiança, paciência e auxílio que me deu não só nestes últimos meses, mas desde que cheguei a esta universidade.

À minha coorientadora, Núria Moreira, pela disponibilidade que teve, por me ter dado uma experiência enriquecedora para o meu futuro e por me ter recebido de forma calorosa no estágio.

À ATM que me acolheu e permitiu a realização do estágio.

À Daniela Ferreira pela paciência e boa disposição que demonstrou durante os 6 meses que a acompanhei durante o estágio.

Um especial agradecimento aos meus amigos que me suportaram emocionalmente nesta jornada.

E a todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a concretização deste trabalho, e que não estão aqui referidos.

Obrigado.

palavras-chave

Equipamento médico; Manutenção Preventiva; Manutenção Corretiva; Desfibriladores; Seringas; Monitores de Sinais Vitais; Legionella;

resumo

Este relatório enquadra-se no âmbito da unidade curricular de Estágio para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica. Tem como base a descrição de algumas das atividades desenvolvidas, ao longo de seis meses, como estagiária na equipa de electromedicina da ATM Manutenção Total.

Na atualidade vivemos uma época de expansão tecnológica que impulsiona o melhoramento contínuo de tecnologia na área da saúde que leva a uma evolução nos métodos de diagnóstico, monitorização e tratamento, aumentando a qualidade de vida humana. Esta evolução tecnológica pressupõe uma necessidade de uma manutenção cuidadosa aos equipamentos utilizados não só para garantir a segurança dos pacientes e dos utilizadores, mas também para preservar as funcionalidades originais do equipamento.

Para um bom funcionamento hospital, a qualidade da água é fundamental. A manutenção periódica das redes de distribuição de água é essencial para evitar a proliferação de bactérias como a Legionella.

Ao longo deste relatório são descritos os conhecimentos teóricos adquiridos durante o estágio e descritas algumas das manutenções preventivas e corretivas realizadas durante o período de estágio.

keywords

Medical Equipment; Preventive Maintenance; Corrective Maintenance; Desfibrillators; Seringes; Vital Signs Monitors; Legionella;

abstract

This report falls within the scope of the Internship course to obtain a master's degree in biomedical engineering. It is based on the description of some of the activities carried out, over the six months, as an intern in the electromedicine team at ATM Manutenção Total.

We currently live in a time of technological expansion that drives the continuous improvement of technology in the health sector, which leads to an evolution in diagnostic, monitoring and treatment methods, increasing the quality of human life. This technological evolution implies a need for careful maintenance of the equipment used, not only to guarantee the safety of patients and users, but also to preserve the original functionalities of the equipment.

For a well-functioning hospital, water quality is essential. Periodic maintenance of water distribution networks is essential to prevent the proliferation of bacteria such as Legionella.

Throughout this report, the theoretical knowledge acquired during the internship is described and some of the preventive and corrective maintenance carried out during the internship period are described.

reconhecimento do uso de ferramentas IA

Reconhecimento do uso de tecnologias e ferramentas de Inteligência Artificial (IA) generativa, softwares e outras ferramentas de apoio.

Reconheço o uso de Gemini (<https://gemini.google.com/?hl=pt-PT>) como ferramenta de apoio à reescrita/ reestrutura de frases e a utilização do Office365 (Microsoft, <https://www.office.com>) para a escrita do texto.

1	Índice	
1	Introdução	5
1.1	Motivação e Objetivos	6
1.2	Entidade Acolhedora	6
1.3	Local do Estágio	8
2	Engenharia Clínica	8
2.1	Manutenção	9
2.1.1	Manutenção Preventiva	11
2.1.2	Manutenção Corretiva	12
3	Equipamentos Médicos	12
3.1	Classificação	12
3.2	Equipamentos médicos intervencionados	14
3.2.1	Bomba de Perfusão	14
3.2.2	Desfibrilador	16
3.2.3	Esfigmomanómetro	17
3.2.4	Monitor de Sinais Vitais	18
3.2.5	Termómetro Timpânico	20
3.3	Equipamentos de Teste	20
3.3.1	Analisador de Desfibriladores	21
3.3.2	Analisador de Segurança Eléctrica	21
3.3.3	Calibrador de Termómetros Timpânico	22
3.3.4	Simulador de Sinais Vitais	23
3.3.5	Simulador de Infusão	24
4	Exemplos de Manutenções preventivas e corretivas executadas pelo aluno durante o estágio	25
4.1	Manutenções Preventivas	25
4.1.1	Desfibriladores	25
4.1.2	Bomba de Perfusão com Seringa	26
4.2	Manutenções Corretivas	28
4.2.1	Monitores de sinais vitais	28
5	Manutenção Preventiva Infraestrutura – Rede de Água	29
5.1	Legionella	29

5.2	Sobrevivência e Proliferação	29
5.3	Infeção e Doença.....	30
5.3.1	Doença do Legionário	31
5.3.2	Febre de Pontiac	31
5.4	Prevenção e Controlo	31
5.4.1	Desinfeção Térmica.....	32
5.4.2	Desinfeção Química - Hipercloração e Cloração.....	33
5.5	Plano de Intervenção da CUF	34
5.6	Intervenções realizadas durante o estágio	35
6	Conclusão	37

Lista de Tabelas

Tabela 1- CLASSIFICAÇÃO DE RISCO [13,14].....	13
Tabela 2- CORRETIVAS DE MONITORES DE SINAIS VITAIS	28

Lista de Figuras

Figura 1- LOGÓTIPO DA EMPRESA ATM [3].....	7
Figura 2 - INSTITUTO CUF PORTO [4]	8
Figura 3- ESQUEMA REPRESENTATIVO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO [9]	10
Figura 4 - BOMBA DE PERFUSÃO VOLUMÉTRICA [17]	15
Figura 5 - BOMBA DE PERFUSÃO DE SERINGA [18].....	16
Figura 6 - ESFIGMOMANÓMETRO [23]	17
Figura 7 - MONITOR DE SINAIS VITAIS [26]	18
Figura 8 - IMPULSE 7000DP DA [30]	21
Figura 9 - ANALISADOR DE SEGURANÇA ELÉTRICA RIGEL 288+ [31]	22
Figura 10 - CALIBRADOR COVIDIEN [33].....	23
Figura 11 - RIGEL UNI-SIM [34].....	24
Figura 12 - SIMULADOR DE INFUSÃO IDA 5 [35].....	24

Abreviações

ATM – Assistência Total em Manutenção

ECG- Eletrocardiograma

EFACEC - Empresa Fabril de Máquinas Elétricas

IEC – International Electrotechnical Commission

MC – Manutenção Corretiva

MP- Manutenção Preventiva

PI – Pressão Invasiva

PNI – Pressão Não Invasiva

SpO2 – Saturação Periférica de Oxigênio

WHO – World Health Organization

1 Introdução

Nos últimos anos, assistimos a um aumento de inovações tecnológicas que impulsionam o desenvolvimento de novas técnicas e dispositivos médicos, todos com um objetivo central: ampliar a qualidade e a longevidade da vida humana.

No atual sistema de Saúde, os Hospitais mostram-se dependentes de uma ampla gama de equipamentos/dispositivos médicos para proceder ao diagnóstico preciso, tratamento eficaz e a uma monitorização constante dos pacientes. Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de manter os equipamentos médicos em boas condições de funcionamento garantindo que estes se apresentem de acordo com as normas de segurança definidas [1]. A manutenção, destes equipamentos médicos, é um processo complexo que pretende aumentar o tempo de vida do equipamento garantindo o correto uso do mesmo, obter a satisfação do cliente e diminuir os custos gerais de reparação ou mesmo da aquisição de um novo [2]. Para esta finalidade surgiu a necessidade de treinar profissionais que demonstrassem capacidades de liderança e que fossem capazes de garantir a gestão e manutenção dos equipamentos médicos.

Em contexto hospitalar não só os equipamentos, mas também a infraestrutura carece de manutenção, sendo a manutenção da rede de água um fator crítico para a prevenção de infeções provocadas por bactérias como a Legionella. Tendo em conta os elevados riscos causados por esta bactéria em ambiente hospitalar torna-se necessário garantir a segurança dos pacientes estabelecendo protocolos claros de manutenção, limpeza e desinfeção.

1.1 Motivação e Objetivos

Desde cedo, o meu fascínio pela ciência e tecnologia impulsionou a minha busca por áreas que combinassem estas duas disciplinas num ambiente mais prático.

Assim, ao ingressar no Mestrado de Engenharia Biomédica deparei-me com a oportunidade de optar por um estágio curricular na área da engenharia clínica. O estágio surge como uma opção que se alinha com o meu interesse de usar os conhecimentos teóricos obtidos na licenciatura e, posteriormente, aprofundados no mestrado, e aplicá-los num ambiente prático.

Participar neste estágio representou uma oportunidade de estar em contacto direto com o mercado de trabalho, desenvolvendo competências práticas e teóricas numa área que tem ganho cada vez mais visibilidade e importância não só em Portugal, mas em todo o mundo. Para além disso teve um papel importante para enriquecer o meu currículo e preparou-me para futuramente assumir um cargo de Engenheira clínica em ambiente hospitalar.

Este trabalho tem como objetivo apresentar algumas funções de um Engenheiro Clínico na área da saúde, focando-se nos equipamentos médicos intervencionados e no trabalho constante de prevenção de infeções com origem na rede de água.

1.2 Entidade Acolhedora

A ATM- Manutenção Total (figura 1) é uma empresa nascida da fusão da ATM – Assistência Total em Manutenção (criada em 1992) e a Efacec – Serviços de Manutenção e Assistência (criada em 1987), em março de 2016. Esta fusão estratégica de duas empresas que eram líderes em manutenção industrial, resultou numa entidade ainda mais forte e capacitada com a missão de se tornar o parceiro ideal para os seus clientes, oferecendo

uma ampla gama de soluções de manutenção industrial que garantem eficiência, confiabilidade e segurança nas operações [3].



Figura 1- LOGÓTIPO DA EMPRESA ATM [3]

Atualmente, a ATM apresenta-se como a líder em manutenção Industrial em Portugal contando com mais de 600 colaboradores e tendo uma carteira diversificada de clientes em diversos setores. Na área da saúde, a ATM fornece serviços a diversas entidades como o Centro Hospitalar do Algarve-Faro e Portimão, o Hospital Garcia de Horta e o Hospital de Vila Franca de Xira, mas o principal cliente na área da saúde é a CUF, estando, a ATM, presente em diversas clínicas e hospitais de norte a sul do país [3].

Em termos de manutenção hospitalar a ATM proporciona os seguintes serviços:

- Instalação e manutenção preventiva e corretiva de equipamento médico;
- Gestão e controlo de manutenção hospitalar;
- Equipas especializadas em eletromedicina;
- Assistência Técnica 24horas;

1.3 Local do Estágio

O estágio teve lugar no Instituto CUF Porto (figura 2), um centro médico localizado em Matosinhos e a primeira unidade CUF presente a norte do país. Este apresenta uma ampla gama de serviços de alta qualidade, tecnologia de ponta e uma equipa médica altamente qualificada [4].



Figura 2 – INSTITUTO CUF PORTO [4]

2 Engenharia Clínica

A convergência de medicina e engenharia levou à necessidade de formação de profissionais que possam facilitar a interligação destes dois campos de modo rápido e eficaz. Assim surge a Engenharia Clínica, um ramo específico da engenharia Biomédica.

A World Health Organization (WHO) especifica que um engenheiro clínico é um engenheiro biomédico que opera em espaço hospital/clínico [5]. Já o American College of Clinical Engineering define o termo engenheiro clínico como, “engenheiro clínico é um profissional que apoia e promove o atendimento ao paciente aplicando engenharia e habilidades de gestão para a tecnologia da saúde” [5].

Em geral o papel de um engenheiro clínico em contexto hospitalar engloba [5,6,7]:

- Garantir a gestão dos equipamentos presentes na instituição;
- Auxiliar na aquisição de novos equipamentos médicos e os seus consumíveis;
- Treinar médicos, enfermeiros e auxiliares na operação, manuseio e/ou limpeza dos equipamentos;
- Elaborar um plano de manutenção para cada equipamento;
- Controlar a gestão de stock de peças/consumíveis;
- Verificar o estado de obsolescência dos equipamentos;
- Garantir a satisfação dos clientes assegurando a conformidade dos equipamentos;

2.1 Manutenção

De acordo com a Norma Portuguesa EN 13306:2007 - Terminologia da Manutenção - a manutenção trata-se da “combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um equipamento, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida” [8] e a WHO afirma que “Um programa eficaz de manutenção de equipamentos médicos consiste em planeamento adequado, gestão e implementação. O planeamento considera os aspetos financeiros, físicos e recursos humanos necessários para implementar adequadamente as atividades de manutenção.” [9,10].

Em geral, a manutenção engloba todas as intervenções técnicas e/ou administrativas, desde a aquisição ao abate, que permitam preservar as condições originais, prolongar a vida útil, evitar falhas e garantir o funcionamento adequado do equipamento.

Como um equipamento está sujeito a elevadas intervenções por parte dos técnicos, é necessário haver uma gestão documental considerados fundamentais como manuais

técnicos, relatórios de erros e relatórios de manutenção prévios. Os relatórios de manutenção devem conter as seguintes informações:

- Nome do Equipamento;
- Inventário (Marca, Modelo, Série);
- Data e Hora do procedimento;
- Descrição do erro/falha (se apropriado);
- Descrição do trabalho realizado;
- Assinatura do técnico responsável;

Estas informações são cruciais para uma boa gestão dos equipamentos e devem ser consultadas sempre que necessário.

A Norma NP EN 13306:2017 afirma ainda que a manutenção pode ser dividida em dois principais tipos de manutenção, a manutenção preventiva (MP) e a manutenção corretiva (MC), como demonstrado na figura 3 [8,9].

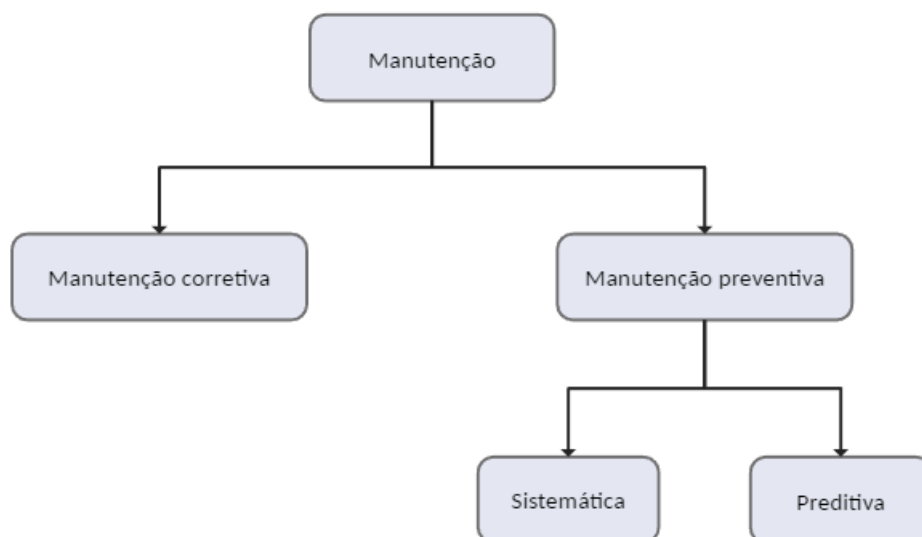


Figura 3- ESQUEMA REPRESENTATIVO DOS TIPOS DE MANUTENÇÃO [9]

2.1.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva (MP), de modo geral, é caracterizada como um conjunto de ações realizados em intervalos de tempo pré-definidos com o intuito de prevenir e minimizar avarias que possam ocorrer de modo a prolongar a vida útil do equipamento. Em geral, as especificações da MP devem ser específicas para cada equipamento, tendo sempre em conta as especificações de fábrica, mas devendo ser adequadas de acordo com o histórico de relatórios de manutenções prévias do mesmo. [10]

Apesar de cada equipamento ter a sua especificidade, existem 3 passos fundamentais na MP [10]:

1. Inspeção Visual – Averiguar o estado geral do equipamento bem como o local onde o mesmo se encontra de modo a garantir as condições mínimas de segurança para se proceder à manutenção.
2. Inspeção Funcional – Realizar testes funcionais com o auxílio de equipamentos de teste específicos a esse equipamento médico;
3. Teste de Segurança Elétrica, se aplicável – Teste que tem por base a norma IEC 60601 que trata dos requisitos básicos de segurança e desempenho de equipamentos médicos e serve para garantir que nenhuma falha elétrica, mecânica ou funcional represente um risco inaceitável aos pacientes/operador.

A MP pode ainda ser subdividida em manutenção preventiva sistemática e preditiva.

A Manutenção preventiva sistemática é uma intervenção cíclica que ocorre em intervalos de tempo definidos pelo fabricante que posteriormente podem ser ajustados de acordo com o histórico de manutenções do mesmo e a experiência do técnico. A maior vantagem desta MP é o facto de poder ser programada de acordo com os horários dos serviços de modo a não interferir com o funcionamento hospitalar [11].

A Manutenção preditiva é uma MP que se foca na previsão do mal funcionamento de um equipamento, através de uma continua recolha de dados de erros e falhas do equipamento. Este tipo de manutenção usualmente necessita de diferentes tipos de programas e, técnicas de análise de dados e de previsão de resultados, para obter uma data provisória de manutenção [12].

2.1.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva (MC) é também conhecida como manutenção reativa, uma vez que se refere de um procedimento de reparação aquando do surgimento de uma avaria. Esta avaria é aleatória e, portanto, apresenta um risco para o meio hospitalar, uma vez que pode traduzir-se em elevados custos, levar à interrupção do serviço médico por tempo indeterminado e até mesmo comprometer a segurança do paciente [6,11].

3 Equipamentos Médicos

3.1 Classificação

A diretiva 93/42/CEE de 14 de junho de 1993 e estabelece os requisitos essenciais de segurança e desempenho que os dispositivos médicos devem cumprir para serem comercializados dentro da União Europeia. Esta diretiva classifica os dispositivos médicos quanto ao risco que representam para os indivíduos e considera [13]:

- A duração (temporário, curto prazo ou longo prazo);
- Invasibilidade (invasivo ou não invasivo);
- Local de atuação (sistema nervoso central, periférico...);
- Técnicas de Produção;

De acordo com estes parâmetros os dispositivos são classificados em quatro classes diferentes: Classe I (Baixo Risco), Classe IIa (Médio Risco), Classe IIb (Médio Risco) e Classe III (Alto Risco) de acordo com a tabela 1 [13,14].

Coluna1	Descrição
CLASS I	Produção normal; Pouca ou nenhuma necessidade de precaução no seu uso; Baixo Risco
CLASS IIa	Produção normal; Alguma necessidade de precaução no seu uso; Baixo Médio Risco
CLASS IIb	Produção normal; Alguma necessidade de precaução no seu uso; Alto Médio Risco
CLASS III	Produção especial; Necessidade de precaução no seu uso; Alto Risco

Tabela 1- CLASSIFICAÇÃO DE RISCO [13,14]

A norma internacional IEC 60601 contém duas classificações de equipamentos na engenharia clínica: A classificação dos equipamentos de acordo com a proteção contra os choques elétricos (isolamento) e a classificação do equipamento referente às partes aplicadas no corpo do paciente.

Relativamente à classificação contra os choques elétricos, IEC 60601 divide os equipamentos em três classes [14,15]:

- Classe I – a proteção contra choques não é assegurada apenas pelo isolamento principal, sendo necessário uma ligação das partes metálicas acessíveis a um condutor de proteção ligado à terra, de modo a retificar a situação;
- Classe II – a proteção contra choques não é assegurada apenas pelo isolamento principal, sendo necessário medidas como um isolamento reforçado ou duplo;
- Classe III - São equipamentos em que a proteção contra os choques elétricos é garantida por meio de uma alimentação à tensão reduzida de proteção (todas as partes ativas da instalação estão separadas das partes ativas de outra instalação por

um isolamento duplo ou reforçado) ou à tensão reduzida de segurança (mantem as características da tensão reduzida de proteção e garante ainda o isolamento das partes ativas para com a terra e qualquer outro condutor de proteção pertencente a outra instalação);

As partes aplicadas são classificadas [14,15]:

- Tipo B – Os equipamentos de tipo B têm uma parte em contacto direto com o paciente. São os que oferecem o grau mais reduzido de proteção ao paciente de entre os outros tipos de partes aplicadas;
- Tipo BF – Os equipamentos com esta topologia são semelhantes aos de tipo B, no entanto as partes aplicadas são isoladas e flutuantes. São apenas utilizados este tipo de equipamentos quando há necessidade de haver ligação à pele do paciente (aplicação não invasiva). Nesta situação não há ligação entre o paciente e a terra;
- Tipo CF – Neste tipo de equipamento, o nível de proteção contra choques elétricos é mais elevado (comparado ao tipo BF) e as partes aplicadas são flutuantes. Normalmente os equipamentos deste tipo estão envolvidos no estabelecimento de uma rota direta para o coração do doente (aplicação invasiva);

3.2 Equipamentos médicos intervencionados

3.2.1 Bomba de Perfusão

As bombas de perfusão apresentam diversas vantagens significativas quando comparadas com a administração manual (sistemas de perfusão por gravidade), nomeadamente na sua capacidade de administrar pequenas quantidades e caudais

rigorosos, em intervalos de tempo programados, reduzindo significativamente os erros clínicos [16].

A Bomba de Perfusão é um equipamento indispensável para a administração precisa de fluidos de forma contínua ou intermitente ao paciente. Estas são geralmente compostas por um reservatório, um dispositivo capaz de regular e gerir o caudal do fluido e por um conjunto de acessórios que permitem o transporte do reservatório para o paciente [16].

As bombas de perfusão podem ser volumétricas ou com seringa [16].

- Volumétricas – Este tipo de bomba (figura 17), é utilizado na administração de fármacos e na alimentação. A deslocação do fluido é conseguida por meio de um acionador mecânico que torna possível a administração do fluido no paciente. Uma das principais vantagens desta bomba é o sistema de alarme que apresenta sensores de ar e outros fatores de segurança.



Figura 4 – BOMBA DE PERFUSÃO VOLUMÉTRICA [17]

- Com Seringa - Este sistema da bomba é constituído por uma bomba de perfusão eletrónica externa, por uma linha de perfusão e por uma seringa normalmente descartável, demonstrado na figura 18. A seringa a utilizar é colocada dentro da bomba devidamente preenchida com o fluido prescrito. As principais vantagens deste são o baixo caudal, sendo possível alterar o mesmo e a baixa duração do tratamento.

3.2.2 Desfibrilador

O desfibrilador é um equipamento médico que tem como principal função restabelecer a frequência cardíaca no paciente através da aplicação de um choque elétrico na caixa torácica.



Figura 5 – BOMBA DE PERFUSÃO DE SERINGA [18]

Este método de emergência tem o nome de desfibrilação cardíaca e é geralmente usada em casos de arritmia extremos, em que o coração apresenta uma frequência cardíaca anormal, isto é, o número de batimentos cardíacos por minutos (bpm) apresentam uma diferença significativa dos valores normais (70 bpm)[19].

Os casos mais comuns de arritmias que necessitam da intervenção deste aparelho são a Taquicardia Ventricular (>100 bpm) e a Fibrilação Ventricular uma condição em que os ventrículos se contraem sem, no entanto, bombearem sangue para o corpo causando dores agudas e morte rápida. Esta é a principal causa de morte cardíaca no mundo [19].

Os desfibriladores são dispositivos portáteis que podem ser subcategorizados em manual ou automático [19, 20]:

- Desfibrilador Manual – Apenas usado por médicos e enfermeiros. Permite a regulação manual da energia a aplicar, tem a capacidade de aplicar choques sincronizados (o choque é aplicado ao mesmo tempo que o batimento cardíaco) e permite ainda acoplar elétrodos internos para que o choque seja direto na parede do miocárdio.

- Desfibrilador Automático – Estes possuem níveis de energia pré-definidos que não são possíveis de alterar, permitindo o seu uso por qualquer pessoa recomendando sempre uma prévia formação de suporte básico de Vida.

3.2.3 Esfigmomanómetro

Os esfigmomanómetros (figura 6) são equipamentos utilizados na medição de Pressão Arterial pelo método não invasivo (PNI – Pressão Arterial Não Invasiva).



Figura 6 - ESFIGMOMANÓMETRO [21]

A pressão arterial (PA) é a força que o sangue exerce contra as paredes das artérias ao ser bombeado pelo coração. A PA é geralmente expressa em milímetros de mercúrio (mmHg) e é registada com dois valores (22):

- Pressão Sistólica- Pressão máxima exercida na parede da artéria aorta durante a fase de contração ventricular do ciclo cardíaco;
- Pressão Diastólica- Pressão mínima exercida nas paredes das artérias durante a fase de relaxamento do ciclo cardíaco;

Para um adulto os valores ideais da Pressão sistólica e diastólica são 120 mmHg e 80 mmHg respectivamente. Estes valores podem ser medidos por esfigmomanômetros analógicos ou digitais [22,23]:

- Esfigmomanômetros Analógicos: Compostos por manómetro, bomba manual de pressão e braçadeira. Estes são usados para medição de PNI através do método de medição auscultatório. Neste método é realizada a interpretação dos sons de Korotkoff (sons produzidos pela passagem do sangue na artéria que se encontra a ser pressionada pela braçadeira);
- Esfigmomanômetros Digitais: são compostos um sistema pneumático (braçadeira, bomba de ar, válvulas, tubos e conectores), um manómetro eletrónico e um monitor digital. O método de medição usado é o auscilmétrico, que mede as oscilações da parede arterial resultantes da desinflação da braçadeira e processa o sinal através de algoritmos matemáticos, obtendo assim uma leitura no monitor;

3.2.4 Monitor de Sinais Vitais

Os monitores de sinais vitais atuam como parceiros fundamentais na linha de frente da assistência à saúde, fornecendo à equipa médica as ferramentas necessárias para tomar decisões precisas e oportunas.



Figura 7 – MONITOR DE SINAIS VITAIS [24]

Em geral, existem 5 parâmetros que podem ser observados num monitor de Sinais Vitais como o da figura 7 [25,26]:

- PA (Invasiva e não invasiva) – Leitura digital dos valores da pressão arterial do mesmo modo do esfigmomanómetro digital;
- Eletrocardiograma (ECG) – A eletrocardiograma é um exame complementar de diagnóstico realizado através da análise e do registo dos impulsos elétricos do músculo cardíaco;
- Frequência Respiratória - A frequência respiratória é o número de respirações efetuadas por minuto (rpm) e pode ser medida contando o número de elevações da caixa torácica num minuto. No entanto esta também pode ser medida pelos monitores de sinais vitais a partir do traçado de ECG.
- Saturação de Oxigénio no Sangue (SpO₂) –A hemoglobina é uma proteína presente no sangue que pode formar ligações com quatro moléculas de oxigénio, ao formar estas ligações atinge uma saturação de 100%. Um ser humano saudável apresenta uma saturação arterial de oxigénio de 95 a 100%. Para medir esta taxa de saturação é usado um oxímetro. Estes apresentam um sensor composto por um emissor e um detetor que quando colocado no membro do paciente, emite luz que será absorvida pelo sangue e pelos tecidos de acordo com a quantidade de oxigénio presente. A função do detetor é detetar o sinal transmitido e com o microprocessador analisar os valores de saturação do sangue.
- Temperatura – Sinal vital mais monitorizado. A temperatura corporal em média é de 37°C, no entanto dependendo do local onde esta é medida a temperatura pode alterar-se.

Os monitores são dotados de diferentes alarmes sonoros, funcionam como sistemas de alerta precoce, notificando a equipa médica sobre alterações nos parâmetros fisiológicos. Estes valores devem ser programados de acordo com as características específicas de cada paciente.

3.2.5 Termómetro Timpânico

Atualmente, os termómetros digitais são amplamente utilizados, em contexto hospitalar e domiciliário, para proceder à monitorização da temperatura corporal. Os termómetros timpânicos apresentam uma solução rápida, não invasiva e eficaz de medir a temperatura corporal central.

O funcionamento dos termómetros timpânicos envolve o uso de tecnologia de infravermelho. O corpo humano com o aumento de temperatura emite radiação infravermelha que é captada e convertida em energia elétrica pelo termómetro timpânico, determinado assim a temperatura do corpo [27].

3.3 Equipamentos de Teste

Para uma correta manutenção dos equipamentos Hospitalares são usados os chamados equipamentos de teste. Estes, são uma ferramenta usada para verificar o funcionamento, a performance e a conformidade dos equipamentos médicos de modo a garantir a precisão do diagnóstico, a efetividade do equipamento e a segurança dos pacientes e dos operadores.

3.3.1 Analisador de Desfibriladores



Figura 8 – IMPULSE 7000DP DA [28]

O Impulse 7000DP DA (figura 8), é um equipamento de testes fabricado pela Rigel que tem como função a análise dos desfibrilhadores. Este garante a operação e o desempenho avançado de equipamentos de ressuscitação cardíaca, permitindo a análise de diversos parâmetros como, por exemplo:

- Medição do tempo de carga;
- Teste de Sincronização;
- Simulação de um ECG com valores pré-definidos;
- Teste de bateria;
- Teste de sensibilidade;

3.3.2 Analisador de Segurança Elétrica



Figura 9 – ANALISADOR DE SEGURANÇA ELÉTRICA RIGEL 288+ [29]

O Rigel 288 (figura 9), permite efetuar autotestes aos equipamentos médicos, sendo necessário, identificar algumas informações essenciais antes de iniciar o teste: a classe que o dispositivo possui quanto à proteção contra choque elétrico, o tipo de sala hospitalar em que o dispositivo normalmente se encontra, o código interno, a constituição do equipamento (se possui partes aplicadas), nome e modelo e número de série.

No geral, as suas funções principais são:

- Teste de resistência de terra: O objetivo de um equipamento estar ligado à terra, é garantir que eventuais correntes de fuga ou outro tipo de descargas sigam um percurso seguro para uma posterior dissipação [30].
- Teste de corrente de fuga: A corrente de fuga provém do facto do isolamento elétrico de um equipamento não ser adequado, e, por isso deixar a corrente passar por outros circuitos que não têm caminho para a terra, sendo que esta situação rapidamente se pode tornar perigosa representando um elevado risco de electrocução [32].

3.3.3 Calibrador de Termómetros Timpânico

O calibrador da Covidien, também chamado de Calibrador Genious 2 (figura 10), é um equipamento de teste que permite verificar as falhas/calibrar os equipamentos da marca.



Figura 10 – CALIBRADOR COVIDIEN [31]

O Calibrador Covidien desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade das medições de temperatura, assegurando que os termômetros funcionem dentro dos parâmetros de precisão estabelecidos pelo fabricante.

3.3.4 Simulador de Sinais Vitais

O Rigel UNI-SIM (figura 11) é um simulador de sinais vitais multifuncional que permite aos profissionais médicos praticar e aperfeiçoar suas habilidades na monitorização e resposta a mudanças nos sinais vitais de um paciente



Figura 11 – RIGEL UNI SIM[32]

Este é um equipamento a bateria que permite identificar 6 sinais vitais, a pressão arterial não invasiva, a pressão arterial invasiva, a saturação de oxigénio no sangue, o eletrocardiograma, a temperatura e a respiração.

3.3.5 Simulador de Infusão

Fluke Biomedical IDA-5 Infusion Device Analyzer (figura 12) é um instrumento de precisão que examina o desempenho de dispositivos médicos de infusão. Este mede a taxa e o volume de fluxo fornecidos, e a pressão gerada na oclusão ou em bloqueios da linha do fluido.



Figura 12 – SIMULADOR DE INFUSÃO ID 5 [33]

4 Exemplos de Manutenções preventivas e corretivas executadas pelo aluno durante o estágio

4.1 Manutenções Preventivas

4.1.1 Desfibriladores

Os desfibriladores são um equipamento de suporte de vida, que tem como principal função inverter uma situação de fibrilação ventricular de forma a restabelecer o ritmo cardíaco. Como são equipamentos muito importantes a sua manutenção é semestral.

A manutenção começa com a inspeção visual do chassi, cabos, acessórios e a limpeza dos mesmos. Nesta etapa se for necessário deve proceder-se a substituição do material que se encontrar defeituoso. Deve-se também testar os controlos e assegurar-se que o Display não apresenta nenhum dano.

Após esta intervenção inicial começamos os testes funcionais que consistem em:

- Teste dos sinais acústicos/Alarmes;
- Teste da Bateria – Consiste no disparo consecutivo de choques elétricos para testar o estado da bateria do equipamento, normalmente são executados 10 choques seguidos para testar o estado da bateria e averigua-se o aparecimento ou a ausência do alarme de bateria fraca, sendo necessário a substituição da bateria no primeiro caso;
- Teste do ECG- Consiste na simulação de um exame de ECG, com valores de frequência cardíaca a 30bpm, 60bpm, 90 bpm e 120 bpm. É de notar que aos 30 e aos 120 bpm, deverá haver um alarme sonoro. Os valores apresentados no *display* e no equipamento de teste não devem ter uma diferença superior a 5%;
- Teste de Energia – Descargas consecutivas de diferentes energias. A energia programada e a verificada não devem diferir 15%;

- Teste de Descarga Interna- O desfibrilhador apresenta um tempo de espera máximo após ser carregado. Atingindo o tempo máximo e não havendo uma ação por parte do operador, o aparelho deve realizar uma descarga interna de energia, como medida de segurança;
- Teste do choque de sincronização – Teste funcional da função de sincronização do desfibrilhador, momento representado pela administração do choque no pico cardíaco;
- Auto-teste – Realização do auto-teste (teste realizado diariamente por um enfermeiro);
- Verificação do funcionamento da impressora;

Após estes testes é necessário proceder ao teste de segurança elétrica.

Acabando o processo de manutenção é necessário preencher a folha de tarefas, onde ficam discriminados os procedimentos efetuados, os valores medidos e qualquer observação que seja necessário declarar. Deve-se também colocar uma etiqueta com a data de manutenção e a calendarização da próxima manutenção.

4.1.2 Bomba de Perfusão com Seringa

De modo a proceder à manutenção preventiva destes equipamentos, recorre-se à utilização do Fluke IDA 5 e do Rigel 288 previamente mencionados. Seguem-se todos os passos necessários para a realização dos testes e, caso sejam aprovados, arquivam-se para posteriormente anexar à folha de obra de manutenção preventiva correspondente.

A manutenção começa com a inspeção ao Chassi, cabo de alimentação, conectores e ao suporte de fixação da seringa. Após a primeira inspeção visual procede-se à verificação funcional que envolve a averiguação dos seguintes parâmetros:

- Alarmes Sonoros (ausência de seringa, pausa da infusão, ar na linha, porta aberta, interrupção mecânica, alarme de fim de infusão);
- Alarmes Visuais;
- Estado do Display;
- Verificação do funcionamento em modo bateria;
- Teste da Infusão;
- Teste da Oclusão;

O teste de infusão é um procedimento que verifica a exatidão e a regularidade do fluxo de um sistema de infusão. Para realizá-lo, é preciso:

1. Instalar uma seringa contendo água destilada na seringa perfusora e ligar este sistema ao equipamento de teste;
2. Programar o volume e o fluxo desejados tanto na seringa como no equipamento;
3. Realizar o 'prime' do circuito, isto é, fazer uma purga do fluído pelo circuito de modo a eliminar as bolhas de ar, garantindo resultados mais exatos; e 4) iniciar a infusão permitindo que o equipamento meça o tempo ou o volume infundido, comparando os resultados com os valores programados.

O teste de oclusão tem como objetivo verificar a segurança do sistema de infusão, avaliando a sua capacidade de interromper o fluxo em caso de obstrução. Para realizar esse teste, é necessário:

1. Configurar o equipamento de teste para o modo de oclusão;
2. Programar um valor de pressão (máxima, média e mínima) na seringa;

3. Iniciar a infusão e monitorizar o aumento da pressão;
4. Verificar se o sistema interrompe o fluxo quando a pressão limite é atingida.

4.2 Manutenções Corretivas

4.2.1 Monitores de sinais vitais

Um dos equipamentos mais intervencionados em termos de manutenções corretivas foram os monitores de sinais vitais. Estes equipamentos estão constantemente em uso em ambiente hospitalar e, como têm vários acessórios conectados, é de se esperar que o número de reparações/substituições também seja grande. Na tabela 2 estão apresentados alguns dos problemas comuns intervencionados durante o estágio nestes equipamentos.

Avaria	Diagnóstico	Intervenção/reparação
Equipamento não liga	Cabo de alimentação danificado; Fusíveis fundidos; Placa de alimentação danificada	Substituição/reparação do cabo de alimentação; Substituição dos Fusíveis danificados; Substituição completa da placa ou substituição dos componentes danificados;
Equipamento sem bateria	Problemas de ligação/contacto; Bateria danificada;	Reinstalação da bateria; Substituição da bateria;
Ecrã com o <i>touch</i> danificado	Ecrã/LCD danificado;	Substituição do ecrã;
Erro de leitura do SpO2	Sensor SpO2 danificado; Módulo SpO2 danificado	Substituição do sensor SpO2; Substituição da placa do módulo do SpO2
Erro leitura ECG	Cabo ECG danificado; Módulo ECG danificado	Substituição do cabo ECG; Substituição da placa do módulo do ECG

Tabela 2- CORRETIVAS DE MONITORES DE SINAIS VITAIS

5 Manutenção Preventiva Infraestrutura – Rede de Água

A manutenção da infraestrutura num hospital apresenta um papel igualmente importante na garantia da qualidade dos cuidados de saúde.

Um dos principais sistemas das infraestruturas, é a rede de água. Ela fornece água potável para consumo humano, procedimentos médicos e limpeza, além de ser utilizada em sistemas de combate a incêndios. Assim, garantir a qualidade e a segurança da água são cruciais para prevenir infecções e assegurar a saúde dos pacientes e profissionais.

A CUF mostra uma especial atenção a este sistema tão importante para o bom funcionamento das suas unidades, estabelecendo diversos protocolos para garantir a qualidade da água e a ausência de bactérias potencialmente perigosas como a *Legionella*.

5.1 Legionella

Legionella é um género de bactérias patogénicas que inclui dezenas de espécies, sendo a *Legionella pneumophila* a principal responsável pelas doenças no aparelho respiratório como a Doença dos Legionários e a febre de Pontiac.

Estas bactérias habitam ambientes aquáticos naturais como rios e lagos, locais onde a sua concentração é muito baixa. É nos meios artificiais como as redes de água canalizada, ar condicionado e sistemas de arrefecimento (torres de refrigeração, condensadores e humidificadores) que vemos o acumular destas para quantidades potencialmente alarmantes.[34]

5.2 Sobrevivência e Proliferação

Bactérias em ambientes aquáticos estão constantemente sujeitas a flutuações nas condições ambientais, como temperatura, pH, disponibilidade de nutrientes e oxigénio.

Para sobreviverem a esses stresses, as bactérias desenvolveram mecanismos de adaptação que lhes permitem reduzir seu metabolismo entrando em estados de latência. Ao diminuir sua atividade metabólica, as bactérias conservam energia e nutrientes, aumentando as suas probabilidades de sobreviver até que as condições se tornem mais favoráveis para o crescimento e proliferação. [35]

A temperatura é um fator crucial para a sobrevivência e multiplicação da *Legionella pneumophila*. Essa bactéria apresenta uma ampla tolerância térmica, desde 0°C até 68°C. No entanto, seu crescimento ideal ocorre entre 25°C e 42°C. Abaixo de 20°C, a *Legionella* entra em estado de latência, enquanto acima de 50°C, sua viabilidade diminui significativamente, sendo gradualmente eliminada a temperaturas superiores a 60°C. [34,35]

Os biofilmes são comunidades organizadas constituídas por uma ou mais espécies de microrganismos (bactérias, fungos e protozoários) que se aderem entre si e a uma superfície. Estas estruturas complexas, proporcionam um ambiente ideal para a persistência da *Legionella* em sistemas aquáticos, oferecendo proteção contra fatores adversos como biocidas, flutuações de pH (ótimo entre 5 e 8), e extremas variações de temperatura. Os biofilmes facilitam a troca de nutrientes e a comunicação entre as células bacterianas, promovendo o crescimento e a adaptação da *Legionella* aos tratamentos [34,35].

5.3 Infecção e Doença

Dentre as diversas espécies de *Legionella*, a *Legionella pneumophila* é a mais frequentemente associada a casos de infecção em seres humanos. Esta depende essencialmente de três fatores: do grau de contaminação dos reservatórios de água, da suscetibilidade da pessoa exposta e da intensidade da exposição. Em geral, afeta principalmente homens entre os 40 e 70 anos de idade, fumadores, diabéticos, com doenças crônicas e/ou deficiências renais. [34]

A infecção por *Legionella* em humanos resulta em duas principais manifestações clínicas: a doença dos legionários, e a febre de Pontiac. A transmissão dessas doenças ocorre exclusivamente por via aérea, através da inalação de aerossóis. A ingestão de água contaminada ou a transmissão interpessoal não são formas de contágio.[36]

5.3.1 Doença do Legionário

A doença do Legionário é caracterizada por uma pneumonia grave, progressiva e de início agudo. O período de incubação varia entre 2 e 10 dias, após o qual surgem sintomas como febre alta (acima de 39°C), calafrios, dores musculares, dor de cabeça e tosse seca. O tratamento desta doença consiste na administração de antibióticos [36].

5.3.2 Febre de Pontiac

Ao contrário da Doença do Legionário, a Febre de Pontiac, embora causada pela mesma bactéria, apresenta um quadro clínico mais leve e autolimitado, semelhante a uma gripe. Os sintomas incluem febre alta, dores musculares, dor de cabeça e mal-estar geral, mas a pneumonia, característica da Doença do Legionário, está ausente. A recuperação da Febre de Pontiac ocorre espontaneamente em poucos dias, sem a necessidade de tratamento antibiótico [36].

5.4 Prevenção e Controle

A presença da *Legionella* em sistemas de água representa um sério risco à saúde pública. Por isso, a prevenção deve ser priorizada. Segundo a ALS as instalações de rede predial de água devem [37]:

- Garantir uma correta circulação da água dispondo de válvulas de descarga que permitam purgar essa rede;
- Garantir o fácil acesso aos equipamentos para a limpeza, desinfecção e recolha de amostras;
- Manter a temperatura do circuito de água fria o mais baixo possível, garantindo sempre uma distância considerável da tubagem deste á tubagem do circuito de água quente;
- Limpar, desinfetar ou até mesmo substituir chuveiros e torneiras trimestralmente;
- Garantir a limpeza e desinfecção dos depósitos pelo menos uma vez por ano;

Ao longo dos anos, diversas técnicas de desinfecção têm sido desenvolvidas e aperfeiçoadas para controlar a proliferação da *Legionella*. Entre os métodos mais comuns estão a desinfecção térmica e a hipercloração, que, embora eficazes, continuam sendo alvo de investigação para otimização.

5.4.1 Desinfecção Térmica

Consiste na elevação da temperatura da água para valores próximos a 70°C nos pontos que sejam considerados críticos pelo operador. Normalmente estes pontos críticos correspondem a pontos de terminais das redes, no entanto, também podem ser considerados pontos críticos, aqueles que representem um maior risco de conterem água estagnada ou até mesmo pontos como chuveiros que libertam vapor de água. Assim, deve-se fazer correr a água nestes pontos numa duração de 5 a 30 minutos [38,39].

Devido aos riscos de queimadura que este procedimento representa, é necessário tomar medidas de precaução para que ninguém use a água durante o tempo da intervenção. Após a intervenção é ainda necessário voltar a reavaliar se a temperatura da água foi restabelecida em todos os pontos.

Este método apresenta como vantagens o não haver necessidade de investimento em equipamento específico, não necessita de mão de obra especializada e em geral é um processo fácil de se realizar. Como desvantagens temos as inevitáveis perdas de calor durante o processo, a deterioração/corrosão de alguns materiais a altas temperaturas e o elevado consumo de água e de energia. [38,39]

Em caso de não ser possível obter as temperaturas recomendadas para a desinfecção térmica deve-se optar pela desinfecção química.

5.4.2 Desinfecção Química - Hipercloração e Cloração

Em casos de deteção de *Legionella* em sistemas de água, a hipercloração é frequentemente utilizada como medida corretiva. Essa técnica consiste na administração de cloro ou seus derivados, elevando os níveis do biocida acima do normal [38,39].

Este método requer equipamento especializado, nomeadamente, um recipiente para o biocida e a respetiva bacia de retenção, uma bomba doseadora automática e uma sonda para medir o valor do cloro livre presente.

Em geral, neste método é feita uma hipercloração da água pelo doseador, fazendo que esta passe de valores normais (0,2 a 0,6 mg/L) para valores entre 20 a 50 mg/L. Após atingir estes valores é necessário deixar a água correr durante 1 a 3 horas de modo a garantir que toda a extensão da rede recebe este químico. No final de hipercloração é necessário garantir que toda a água é purgada do sistema e fazer

circular a nova água limpa que deverá estar novamente nos valores 0,2 a 0,6 mg/L [38,39].

Este método apresenta como vantagens os custos limitados, a sua elevada eficácia e rapidez. Como desvantagem da hipercloração temos a elevada taxa de corrosão que o uso de químicos provoca;

A cloração contínua difere da hipercloração no seu objetivo e na sua intensidade. Enquanto a hipercloração é um tratamento de choque, aplicado em situações de contaminação por *Legionella*, a cloração contínua é uma medida preventiva, que visa manter níveis estáveis de cloro residual livre na rede de distribuição. Embora ambas utilizem o cloro como desinfetante, a cloração contínua emprega doses menores e mais constantes, evitando os impactos mais agressivos da hipercloração [38,39].

Esta apresenta como vantagens os baixos custos e a sua fácil instalação e uso. No entanto como desvantagens temos:

- Risco de falhar – Qualquer falha no sistema não detetada poderá permitir a proliferação da *Legionella*;
- Apresenta pouca eficácia nos pontos de água parada;
- Fenómenos de corrosão aparecem ao longo do tempo devido á continuação exposição da tubagem ao cloro;

5.5 Plano de Intervenção da CUF

A CUF apresenta ainda um protocolo de atuação bastante completo de resposta rápida a análises positivas de *Legionella*. Diante um resultado positivo a CUF recomenda:

1. Fecho imediato do ponto e, se necessário, o fecho completo da linha de água a que esse ponto pertence;
2. Limpeza/substituição dos terminais (válvulas, perlatores, torneiras, filtros);
3. Flushing dos pontos afetados e respetiva linha de água usando o método da hipercloração da água;
4. Dependendo do risco que aquele ponto representar, após a desinfeção, a linha poderá ou não ser aberta novamente;
5. Colheita contra-análise do ponto e outros próximos para avaliação de situação 48 horas depois (após os métodos de reação);
6. Após a colheita e até a obtenção dos resultados, todos os pontos da linha devem ser purgados diariamente para promover a circulação da água;
7. Após a receção do resultado negativo, dá-se a abertura dos pontos anteriormente fechados. Em caso de o resultado voltar positivo é necessário reaver as estratégias usadas e reimplementar o protocolo definido.
8. Todos estes processos requerem um relatório diário de intervenção para registo dos processos executados;

5.6 Intervenções realizadas durante o estágio

Durante o estágio foi acompanhando o processo de prevenção e controlo das redes de água. Estes trabalhos envolvem:

- Abertura diária das águas nos pontos críticos fazendo a promoção da circulação da água e, nestes mesmos pontos, é feita a análise da

concentração de cloro diária. Este processo é também realizado nos depósitos de água;

- Hipercloração mensal ao edifício;
- Substituição de torneiras, chuveiros e outros componentes a cada 6 meses ou quando necessário;
- Acompanhamento mensal de uma equipa externa para recolha de água para testes;
- Elaboração de relatórios sobre as intervenções diárias;

6 Conclusão

Atualmente, em ambiente hospitalar, os equipamentos médicos são essenciais para apoio à prática clínica no dia a dia, auxílio no tratamento de doenças, diagnóstico e outros procedimentos médicos. Como tal, é também muito importante saber gerir, controlar e planear a manutenção de equipamentos médicos em contexto hospitalar, para garantir boas condições de funcionamento e desempenho de todos os equipamentos.

É necessário entender a importância das manutenções preventivas e corretivas para não só manter os equipamentos em bom estado, mas também garantir a segurança dos pacientes.

Desfibriladores, Esfigmomanómetros, Bombas de Perfusão e Monitores de sinais vitais são alguns exemplos de equipamentos médicos intervencionados pelos engenheiros clínicos com o auxílio de diferentes equipamentos de testes.

A contaminação da água por bactérias *Legionella* representa um sério risco à saúde pública, especialmente em sistemas que geram aerossóis. A Doença dos Legionários, causada pela inalação dessas bactérias, exige medidas rigorosas de prevenção e controle como a desinfecção térmica e a Hipercloração. Embora existam diversos métodos de desinfecção, nenhum é totalmente eficaz isoladamente. A combinação de diferentes técnicas e o desenvolvimento de novas tecnologias são essenciais para garantir a qualidade da água e prevenir surtos de *Legionella*.

Em suma, o estágio curricular proporcionou uma experiência enriquecedora, possibilitando a aplicação prática dos conhecimentos teóricos adquiridos durante a formação académica. A equipe da ATM contribuiu significativamente para o meu desenvolvimento profissional, oferecendo oportunidades para a realização de diversas atividades relacionadas à gestão e manutenção de equipamentos médicos. As tarefas desenvolvidas, como as manutenções preventivas e corretivas, a gestão do plano de

manutenção, permitiram a consolidação dos conhecimentos teóricos e o desenvolvimento de habilidades técnicas e gerenciais.

Como considerações finais e propostas de melhoramentos futuros, na minha opinião, a engenharia clínica, assim como o mundo em geral, estão a evoluir tecnologicamente, o que abre diversas possibilidades como:

- Uso de Inteligência Artificial para: prever falhas futuras prevenindo problemas mais graves; Monitorização constante em tempo real dos equipamentos – manutenção preditiva; Possibilidade de assistência remota.
- Treino especializado de técnicos com o auxílio da realidade Virtual.
- Otimização de processos de *Troubleshooting* criando processos universais para cada equipamento diminuindo o tempo de reparação necessário;

6. Bibliografia

1. Arab-Zozani, M., Imani, A., Doshmangir, L., Dalal, K., & Bahreini, R. (2021). Assessment of medical equipment maintenance management: proposed checklist using Iranian experience. *Biomedical engineering online*, 20(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00885-5>
2. Mojdeh, S., Karimi, A., & Adel-Mehraban, M. (2019). THE EFFECT OF SIX SIGMA PROGRAM ON IMPROVING MEDICAL EQUIPMENT MANAGEMENT OF OPERATING ROOMS IN ONE OF THE. . . . ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/335881137>
3. ATM – Assistência Total em Manutenção S.A. (n.d.). ATMTotal. Recolhido a maio 15, 2024. Disponível em <https://atmtotal.com/a-atm/>
4. Instituto CUF Porto | CUF. Recolhido a maio 15, 2024. Disponível em: <<https://www.cuf.pt/hospitais-e-clinicas/instituto-cuf-porto>>.
5. World Health Organization. (2017). Human resources for medical devices, the role of biomedical engineers. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/255261>
6. Dias Manso, J. (2012). Práticas de gestão de equipamentos médicos no Hospital da Luz. UNIVERSIDADE DE LISBOA Faculdade de Ciências. https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/7827/1/ulfc102530_tm_Joana_Manso.pdf
7. Ana, Monteiro, J., Moreira, J., & Mariana Saia Pedroso. (2020). A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO CLINICO NO AMBIENTE HOSPITALAR / THE IMPORTANCE OF CLINICAL ENGINEER IN THE HOSPITAL ENVIRONMENT. *Brazilian Journal of Development*, 6(10), 83579–83585. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-699>
8. European Committee for Standardization, “Maintenance terminology,” 29 Novembro 2017. [Online]. Disponível em:<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/5af77559-ca38-483a-9310-823e8c517ee7/en-13306-2017>. [Acedido a 15 maio 2024].

9. World Health Organization. (2011). Medical equipment maintenance programme overview. World Health Organization. <https://iris.who.int/handle/10665/44587>
10. Ivone A, Mota (2017). Implementação de planos de manutenção e de certificação em equipamentos biomédicos. <http://hdl.handle.net/10400.26/23029>
11. José, M., Ferreira, M., Santos, D., Orientador, N., Oxisol, Fernando, E., Orientador, F., Feup, N., António, A., & Vieira. (2009). Gestão de Manutenção do Equipamento. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60041/1/000134665.pdf>
12. Manchadi, O., Ben-Bouazza, F., & Jioudi, B. (2023). Predictive Maintenance in Healthcare System: a survey. IEEE Access, 11, 61313–61330. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3287490>
13. Diretiva - 93/42 - EN - EUR-Lex. (2021). Europa.eu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=celex%3A31993L0042>
14. Ramos, C. a. X. (2017). Procedimentos para manutenção e verificação de equipamentos médicos. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/12749>
15. De Madureira Coutinho, F. (2018, April 30). Manutenção de equipamentos médicos com tecnologia BTL : estágio na BTL Portugal. <https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/25431?locale=en>
16. Luísa, A., Silveira, A., Carvalho, D., Batista, E., Figueira, F., Alves, J., Rodrigues, J. M., Ferreira, M. D. C., Teixeira, M., Moreira, N., Mendes, R., Moutinho, S., & Ramos, S. (2017). A Metrologia na Saúde - Guia de Boas Práticas - Parte II - Capítulo III. <https://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/13350>
17. B.Braun Infusomat Space. Recolhido a 22 jun. 2024. Disponível em: <https://www.doctorshop.pt/Prodotti/terapia-TR/sistemas-de-infusao-e-perfusao-tr-8/sistemas-de-infusao-e-perfusao-aparelhos-tr-8-01/bbraun-infusomat-space-bomba-infusora-volumetrica-15900325>.
18. Bombas de Infusão - Fresenius Kabi . Recolhido a 22 jun. 2024. Disponível em: <https://www.fresenius-kabi.com/br/produtos/bombas-de-infusao>.
19. Instituto Português da Qualidade (2021). Metrologia na Saúde – Guia de Boas Práticas - Parte II - Capítulo IV – Desfibriladores. Disponível em:

- https://storagewebsiteipq.blob.core.windows.net/website/2021_guia_boas_praticas_desfibrilhadores.pdf . Acesso a 22 jun. 2024
20. SNS24, (2022). Suporte básico de vida com desfibrilhador automático externo. Disponível em: <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-do-coracao/paragemcardiorrespiratoria/suporte-basico-de-vida-com-desfibrilhador-automaticoexterno/#sec-1>. Acesso a 19 maio 2024.
21. Omron M3 Confort. Recolhido a 22 jun. 2024 Disponível em: https://www.fisaude.pt/imagemagic.php?img=images/omron-m3-HEM-7155-E-4.jpg&page=prod_info&w=600&h=600.
22. Comissão Sectorial da Saúde CS/09 – GT1 Metrologia na Saúde(2016). “Capítulo I - Instrumentos de Medição da Pressão Arterial,” A Metrologia na Saúde, Guia de Boas Práticas - Parte II. Acesso a 22 jun. 2024
23. Cancela, I. S. S. (2014). Verificação interna periódica de esfigmomanómetros digitais. Recipp.ipp.pt. <http://hdl.handle.net/10400.22/6082>. Acesso a 22 jun. 2024
24. Tecnologia a serviço da saúde. Recolhido a 23 de jun.2024. Disponível em: <https://techealth.com.br/produto/monitor-de-sinais-vitais-ge-v100>.
25. Ministério da Saúde – Brazil(2019) “Manual Do Técnico De Enfermagem,” Disponível em : <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/09/1021313/manual-do-tecnico-de-enfermagem-upa-ms.pdf> . Acesso a 23 jun. 2024
26. Short, D. (2019). Innovating Together. The Engineer, 299(7905), 26–26. [https://doi.org/10.12968/s0013-7758\(23\)90384-3](https://doi.org/10.12968/s0013-7758(23)90384-3) .Acesso a 23 jun. 2024
27. Instituto Português da Qualidade,(2016) “Metrologia na Saúde – Guia de Boas Práticas - Parte II - Capitulo II - Termómetros Clínicos,” Disponível em https://storagewebsiteipq.blob.core.windows.net/website/2016_guia_boas_praticas_termometros_clinicos.pdf. Acesso a 23 jun. 2024
28. Impulse 7000DP Defibrillator/Pacemaker Tester | Fluke Biomedical. Recolhido a 23 jun. 2024 Disponível em: <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/defibrillator-analyzers/impulse-7000dp-defibrillator-analyzer>.

29. The Rigel 288+ Electrical Safety Analyzer. Acesso a 21 Agosto 2024. Disponível em: <<https://www.rigelmedical.com/gb/products/electrical-safety-testing/electrical-safety-analyzers/406a913-288-plus/>>.
30. FLUKE (2016). “Resistência do aterramento - Princípios, métodos de teste e aplicações,”. Recolhido a 23 jun. 2024. Disponível em :https://www.voltimum.pt/sites/www.voltimum.pt/files/pdflibrary/11129-por-01-a_pt.pdf.
31. Covidien Genius 2 [Pagina 129].Recolhido a 23 jun. 2024 Disponível em: <https://www.manualslib.com/manual/1658240/Covidien-Genius-2.html?page=129>.
32. Rigel Uni-SiM Patient Simulator. Recolhido a 23 jun. 2024. Disponível em: <https://www.rigelmedical.com/gb/products/patient-simulation/patient-simulators/370a930-uni-sim/>
33. IDA-5 Infusion Pump Analyzer and Tester . Recolhido a 20 de Outubro 2024. Disponível em : <https://www.flukebiomedical.com/products/biomedical-test-equipment/infusion-pump-analyzers/ida-5-infusion-device-analyzer>.
34. Benoliel, M. J., Fernando, A. L., & Diegues, P. (2018). Prevenção e Controlo de Legionella nos Sistemas de Água. (3a edição ed.) Instituto Português da Qualidade em parceria com a EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A,. . Obtido 18 de outubro de 2024
35. Kanarek, P., Bogiel, T., & Breza-Boruta, B. (2022). Legionellosis risk-an overview of Legionella spp. habitats in Europe. Environmental science and pollution research international, 29(51), 76532–76542. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22950-9>. Obtido 18 de outubro de 2024
36. Margarete, A. (2024). Legionella em meio hospitalar : qual a eficácia dos programas de prevenção nos hospitais da Região de Lisboa e Vale do Tejo : manutenção, limpeza e desinfeção de sistemas e. Handle.net. <http://hdl.handle.net/10362/10088> Obtido 18 de outubro de 2024.
37. Plano de Prevenção e Controlo de Legionella. Apambiente.pt. Obtido 21 de outubro de 2024, de

<https://siliamb.apambiente.pt/consultapublica/?file=true&code=384b09a432580994c674decd84d3a1d2>

38. National Academies of Sciences, E., Division, H. and M., Studies, D. on E. and L., Practice, B. on P. H. and P. H., Sciences, B. on L., Board, W. S. and T., & Systems, C. on M. of L. in W. (2019). Strategies for Legionella Control and Their Application in Building Water Systems. In www.ncbi.nlm.nih.gov. National Academies Press (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555108/> Obtido 21 de outubro de 2024
39. Benoliel, M. J., Fernando, A. L., & Diegues, P. (2018). Prevenção e Controlo de Legionella nos Sistemas de água. Instituto Português da Qualidade em parceria com a EPAL, Empresa Portuguesa das Águas Livres, S.A. 3ª Edição 2018 . Obtido 21 de outubro de 2024