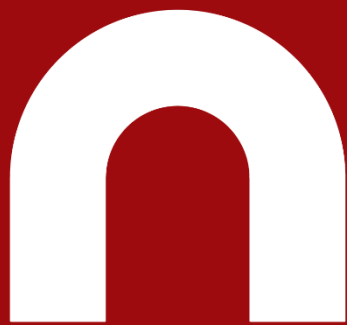




isec
Engenharia

MESTRADO EM INSTRUMENTAÇÃO
BIOMÉDICA

**Manutenção de Dispositivos Médicos e
Plataformas de Gestão – Estágio na
PromeiCentro**

Autor

Márcia Catarina Benigno Pedro

Orientadores

Professora Doutora Fernanda de Madureira Coutinho

**Professor Doutor Inácio de Sousa Adelino da
Fonseca**

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, janeiro 2021



isec

Engenharia

DEPARTAMENTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA

Manutenção de Dispositivos Médicos e Plataformas de Gestão – Estágio na PromeiCentro

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

Autor

Márcia Catarina Benigno Pedro

Orientadores

Professora Doutora Fernanda de Madureira Coutinho

Professor Doutor Inácio de Sousa Adelino da Fonseca

Supervisor na empresa

PromeiCentro, Lda

Engenheiro Rui Miguel Vicente Antunes Vinagre

INSTITUTO POLITÉCNICO
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR
DE ENGENHARIA
DE COIMBRA

Coimbra, janeiro 2021

Agradecimentos

Chegando ao fim mais uma etapa do meu percurso acadêmico não podia deixar de agradecer às pessoas fundamentais para a conclusão deste Mestrado.

Quero agradecer aos Professores Fernanda Coutinho e Inácio Fonseca pela disponibilidade, pelo estímulo e motivação que me prestaram durante o estágio.

Ao Engenheiro Rui Vinagre por tornar este estágio possível, pelo apoio e orientação.

Um especial agradecimento aos técnicos da PromeiCentro por todo o apoio, receptividade e conhecimento transmitido.

Ao meu colega de estágio Paulo pela partilha de conhecimentos, opiniões e desabafos.

Aos meus pais e familiares por me terem ajudado em todo o meu percurso acadêmico.

E por último, mas não menos importante, aos meus amigos e companheiro por me terem apoiado de forma compreensiva e motivadora.

Este trabalho não seria possível sem a boa vontade e colaboração de todos eles.

*"É fazendo que se aprende
a fazer aquilo que se deve
aprender a fazer"
Aristóteles*

Resumo

Os dispositivos médicos são indispensáveis no dia a dia de uma unidade de saúde. São equipamentos certificados, que devem garantir não só a segurança dos profissionais de saúde, bem como a dos pacientes. A manutenção dos equipamentos tem como propósito principal garantir essa segurança, bem como, a qualidade e durabilidade dos mesmos, sendo a sua importância cada vez mais reconhecida.

As entidades que prestam serviços de manutenção destes equipamentos têm de ser certificadas para o efeito.

A Instrumentação Biomédica é uma área que surge associada a algumas vertentes da área da saúde, designadamente a manutenção de dispositivos médicos, tendo um papel importante no desempenho desta função.

O estágio foi realizado numa instituição que presta serviços de manutenção em contexto hospitalar (PromeiCentro, Lda), tendo como objetivo principal a aquisição de competências práticas em contexto real, na área de manutenção de dispositivos médicos.

Adicionalmente, foi feito um estudo sobre os procedimentos a adotar em situações de emergência e doenças infecto-contagiosas, e como eliminar agentes biológicos dos equipamentos. Foi também efetuada uma pesquisa e análise de algumas ferramentas de apoio a empresas que prestam este tipo de serviços, de forma a perceber quais as suas principais funcionalidades e de que forma podem contribuir para uma boa gestão deste tipo de atividade.

Palavras Chave: Dispositivos Médicos, Manutenção, Instrumentação Biomédica.

Abstract

Medical devices are indispensable in the daily life of a health unit. They are certified equipment, in order to guarantee the safety of health professionals, as well as patients. The main purpose of equipment maintenance is to ensure this safety, as well as their quality and durability, thus, its importance has been increasingly recognized.

The entities that provide maintenance services for this equipment have to be certified for this purpose.

Biomedical Instrumentation is an area that is associated with some health components, including maintenance of medical devices, having an important role in the performance of this function.

The internship was carried out in a company that provides maintenance services in a hospital context (PromeiCentro, Lda), with the main objective of acquiring practical skills in a real environment, in the area of medical device maintenance.

Additionally, a research was carried out on the procedures to adopt in emergency situations and in the presence of infectious diseases, as well as on how to eliminate biological agents from the equipment. Also at this stage, a research and analysis of some tools to support companies that provide this type of services was also carried out, in order to understand what their main functionalities are and how they can contribute to a qualitative management of this type of activity.

Key Words: Medical Devices, Maintenance, Biomedical Instrumentation.

Nota de Redação

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

Disclaimer

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

Conteúdo

Agradecimentos	i
Resumo	iv
Abstract	vi
Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xix
Lista de Siglas e Acrónimos	xix
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento e Motivação	1
1.2 Instituição de Acolhimento	2
1.3 Objectivos	3
1.4 Cronograma	3
1.5 Estrutura do Relatório	4
2 Conceitos e Ferramentas Utilizadas na Manutenção	7
2.1 Dispositivos Médicos e Equipamentos de Eletromedicina	7
2.2 Manutenção	8
2.2.1 Manutenção Preventiva	9
2.2.2 Manutenção Corretiva	10
2.3 Recursos de Monitorização e Medição	10
2.3.1 Simuladores Multiparamétricos	11
2.3.2 Multímetro Digital	14
2.3.3 Medidor de Pressão	14
2.3.4 Analisador de Ventiladores	15
2.3.5 Analisador de Desfibrilhadores	16
2.4 Informação Normativa	17
2.4.1 NP 4492	18
2.4.2 NP 13306	18

2.4.3	NE 13460	18
2.4.4	ISO 14971	19
2.4.5	ISO 13485	19
2.4.6	IEC 60601	20
2.5	Segurança na Manutenção	20
2.6	Resumo do Capítulo	21

3 Procedimentos de Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina **23**

3.1	Procedimentos Gerais de Intervenção a um Equipamento	23
3.2	Monitor de Sinais Vitais	24
3.2.1	Informação Normativa	25
3.2.2	Manutenção Preventiva	26
3.2.3	Manutenção Corretiva	30
3.3	Bomba de Perfusão	34
3.3.1	Informação Normativa	36
3.3.2	Manutenção Preventiva	36
3.3.3	Manutenção Corretiva	38
3.4	Estação de Anestesia	40
3.4.1	Informação Normativa	42
3.4.2	Manutenção Preventiva	42
3.4.3	Manutenção Corretiva	45
3.5	Ventilador Portátil	46
3.5.1	Informação Normativa	47
3.5.2	Manutenção Preventiva	47
3.5.3	Manutenção Corretiva	48
3.6	Cama Hospitalar	49
3.6.1	Informação Normativa	50
3.6.2	Manutenção Preventiva	50
3.6.3	Manutenção Corretiva	52
3.7	Equipamento de Eletroterapia	53
3.7.1	Informação Normativa	54
3.7.2	Manutenção Preventiva	54
3.8	Desfibrilhador	56
3.8.1	Informação Normativa	58
3.8.2	Manutenção Preventiva	58
3.9	Unidade Dentária	60
3.9.1	Informação Normativa	60
3.9.2	Manutenção Corretiva	61

3.10	Resumo do Capítulo	62
4	Contributo para Situações de Emergência e de Doenças Infecto-Contagiosas	65
4.1	Agentes Biológicos e Doenças Infecto-Contagiosas	65
4.2	Procedimentos de Segurança	66
4.2.1	Tipos de Exposição em Meio Hospitalar	67
4.2.2	Equipamentos de Proteção Individual	68
4.3	Eliminação de Agentes Biológicos dos Equipamentos e Ferramentas	69
4.4	Resumo do Capítulo	70
5	Plataformas para Apoio à Gestão de Manutenção	71
5.1	Soluções Comerciais para a Gestão de Manutenção	71
5.2	Descrição Detalhada de Algumas Aplicações	73
5.2.1	Infraspeak	74
5.2.2	ValueKeep	85
5.2.3	FacilityBase	90
5.3	Resumo do Capítulo	104
6	Conclusões	107
	Conclusões	106
	Bibliografia	111

Lista de Figuras

1.1	PromeiCentro, Lda.	2
1.2	Cronograma do estágio.	4
2.1	Tipos de manutenção.	8
2.2	Simulador Multiparamétrico MS400.	11
2.3	Simulador de NIBP MS200.	12
2.4	Simulador de SpO ₂ MS100.	12
2.5	Simulador Rigel UNI-SIM com o PULS-R.	13
2.6	Multímetro digital.	14
2.7	Medidor de pressão.	14
2.8	Analisador de Ventiladores.	15
2.9	Módulos do <i>Certifier FA Plus</i>	16
2.10	Analisador de desfibrilhadores.	16
2.11	Etapas do ciclo de vida de um dispositivo médico.	19
3.1	Parâmetros de medição de um Monitor de Sinais Vitais.	24
3.2	Formas de visualização dos parâmetros.	25
3.3	Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um Monitor de Sinais Vitais.	26
3.4	Alguns acessórios de um Monitor de Sinais Vitais.	27
3.5	Monitores de Sinais Vitais e respetivo equipamento de teste.	28
3.6	Processo de reparação adotado para monitor <i>Colin</i>	30
3.7	Monitor de Sinais Vitais <i>Colin</i>	31
3.8	Peças de ECG de Monitores de Sinais Vitais <i>Colin</i>	31
3.9	Placa principal do Monitor de Sinais Vitais <i>Colin</i>	32
3.10	Monitor de Sinais Vitais a funcionar corretamente.	32
3.11	Processo de reparação adotado para monitor <i>Criticare</i>	33
3.12	Abertura do Monitor de Sinais Vitais <i>Criticare</i>	33
3.13	Membrana de teclado danificada.	34
3.14	Bomba de Perfusão Volumétrica e Sistema de Infusão.	35

3.15 Bomba de Perfusão Volumétrica - Mecanismo com movimentos peristálticos.	35
3.16 Bomba de Perfusão com seringa.	36
3.17 Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para uma Bomba Infusora. .	37
3.18 Medição da pressão de oclusão numa Bomba de Perfusão.	38
3.19 Processo de reparação adotado para a Bomba de Perfusão Volumétrica <i>Ampall</i>	39
3.20 Bomba de Perfusão volumétrica <i>Ampall</i>	39
3.21 Estação de Anestesia.	40
3.22 Alguns parâmetros da ventilação de um paciente.	41
3.23 Estação de Anestesia mais antiga.	41
3.24 Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de uma Estação de Anestesia.	42
3.25 Pulmão de teste.	43
3.26 Ligação do aparelho de teste e pulmão de teste a uma Estação de Anestesia.	43
3.27 Filtros da Estação de Anestesia.	44
3.28 Sistema Respiratório ABS de uma Estação de Anestesia <i>Datex Ohmeda</i> .	44
3.29 Estação de anestesia <i>Datex Ohmeda</i>	45
3.30 Processo de reparação adotado para a Estação de Anestesia <i>Datex Ohmeda</i>	45
3.31 Timekeeper e CPU da Estação de Anestesia <i>Datex Ohmeda</i>	46
3.32 Ventilador portátil.	46
3.33 Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de um Ventilador portátil.	47
3.34 Verificação das funcionalidades do ventilador.	48
3.35 Ventilador portátil <i>Spencer 170</i>	48
3.36 Processo de reparação adotado para o Ventilador portátil <i>Spencer 170</i> .	48
3.37 Troca de bateria e terminais do Ventilador portátil <i>Spencer 170</i>	49
3.38 Cama Hospitalar.	49
3.39 Componentes envolvidos no posicionamento de uma Cama Hospitalar.	50
3.40 Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de Camas Hospitalares. .	51
3.41 Processo de reparação adotado para o motor de uma Cama Hospitalar.	52
3.42 Motor de uma Cama Hospitalar aberto.	52
3.43 Relés do motor de uma Cama Hospitalar.	53
3.44 Exemplo de equipamentos de Eletroterapia.	53
3.45 Tipos de correntes utilizadas na eletroterapia [1].	54
3.46 Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um equipamento de Eletroterapia.	55
3.47 Multímetro digital e equipamento com resistência interna.	55
3.48 Teste das funcionalidades do equipamento de eletroterapia.	56

3.49	Desfibrilhador externo manual e respetivas pás.	57
3.50	Desfibrilhador externo automático e respetivos elétrodo.	58
3.51	Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um Desfibrilhador. . .	58
3.52	Desfibrilhador <i>Primedica DefiMonitor</i>	59
3.53	Valor lido no analisador de Desfibrilhadores depois de uma descarga de 360 J.	59
3.54	Unidade Dentária.	60
3.55	Processo de reparação adotado para uma Unidade Dentária.	61
3.56	Lâmpada da Unidade Dentária.	61
3.57	Casquilho de cerâmica da Unidade Dentária.	62
4.1	Abordagem em cada tipo de exposição, adaptado de [2].	67
5.1	Etiqueta NFC, Infraspark.	74
5.2	Módulo de ativos da interface <i>web</i> do Infraspark.	75
5.3	Informações de um ativo, Infraspark.	76
5.4	Gráfico de temperatura de um equipamento, Infraspark.	77
5.5	Consulta de planos de trabalho, Infraspark.	77
5.6	Informação geral para um novo plano, Infraspark.	78
5.7	Definição dos tempos para um novo plano de manutenção no Infraspark.	79
5.8	Módulo de avarias no Infraspark.	79
5.9	Módulo de stock no Infraspark.	80
5.10	Módulo de indicadores no Infraspark.	80
5.11	Análise de custo total por tipo de manutenção, Infraspark.	81
5.12	Interface para dispositivos móveis do Infraspark.	82
5.13	Trabalhos associados ao utilizador, Infraspark.	82
5.14	Tarefas a realizar pelo profissional de manutenção, Infraspark.	83
5.15	Interface <i>direct</i> do Infraspark.	84
5.16	Diagrama geral das interfaces Infraspark e respetivas funcionalidades.	84
5.17	Tabela com equipamentos, ValueKeep.	85
5.18	Exemplo de ecrã de registo, ValueKeep.	86
5.19	Interface gestão de ativos do ValueKeep.	87
5.20	Interface de pedidos de manutenção do ValueKeep.	87
5.21	Interface de gestão de trabalho do ValueKeep.	88
5.22	Interface de reporte de trabalho do ValueKeep.	89
5.23	Diagrama geral das interfaces ValueKeep e respetivas funcionalidades.	89
5.24	Barra de cabeçalho do FacilityBase.	90
5.25	Lista de tarefas do FacilityBase.	90
5.26	Indicadores do FacilityBase.	91
5.27	Módulo Locais do FacilityBase.	91

5.28	Informação geral de um equipamento, FacilityBase.	92
5.29	Informação adicional de um equipamento, FacilityBase.	93
5.30	Outras informações de um equipamento, FacilityBase.	93
5.31	Módulo Stock do FacilityBase.	93
5.32	Módulo Ferramentas do FacilityBase.	94
5.33	Informação sobre o equipamento, Planos de manutenção do FacilityBase.	94
5.34	Plano de manutenção, FacilityBase.	95
5.35	Ações a realizar, nova tarefa FacilityBase.	95
5.36	Medição a efetuar, nova tarefa FacilityBase.	96
5.37	Lista de fichas de manutenção registadas em atraso, FacilityBase. . .	96
5.38	Mapa de manutenção de 2020 com todos os locais da empresa, FacilityBase.	97
5.39	Escolha do equipamento, FacilityBase.	97
5.40	Registo de uma nova ordem de trabalho, prioridade, FacilityBase. . .	98
5.41	Possíveis estados de uma ordem de trabalho, FacilityBase.	98
5.42	Tipos de relatórios, FacilityBase.	99
5.43	Tipos de configurações, FacilityBase.	99
5.44	Informações acessíveis ao utilizador, FacilityBase.	100
5.45	Lista de tarefas, FacilityBase.	100
5.46	Listas de tarefas detalhadas, FacilityBase.	101
5.47	Lista de ordens de trabalho, FacilityBase.	101
5.48	Lista de fichas de manutenção planeadas, FacilityBase.	102
5.49	Lista de equipamentos registados, FacilityBase.	103
5.50	Diagrama geral das interfaces FacilityBase e respetivas funcionalidades.	104
6.1	Percentagem de Manutenções Preventivas e Corretivas efetuadas no estágio.	107
6.2	Percentagem de Manutenções Preventivas a cada equipamento. . . .	108
6.3	Percentagem de Manutenções Corretivas a cada equipamento. . . .	109

Lista de Tabelas

2.1	Características dos parâmetros do simulador Rigel UNI-SIM.	13
3.1	Norma associada a cada parâmetro de um Monitor de Sinais Vitais. .	25
3.2	Síntese das Normas e procedimentos de manutenção preventiva de cada equipamento intervencionado no decorrer do estágio.	63
3.3	Síntese de cada avaria, causa e procedimento para cada equipamento intervencionado no decorrer do estágio.	64
4.1	Classificação de agentes biológicos segundo o nível de risco infeccioso.	66
4.2	Descrição dos tipos de vigilância.	68
4.3	Classificação dos Dispositivos Médicos e Equipamentos de acordo com o nível de risco de infecção, retirado de [3].	70
5.1	Funções das plataformas de <i>software</i> de manutenção.	73
5.2	Tabela de resumo com as funcionalidades de cada <i>software</i> e respectivas interfaces.	105

Lista de Siglas e Acrónimos

ABS	<i>Advanced Breathing System</i>
DAE	Desfibrilhador Automático Externo
BPM	Batimentos Por Minuto
CE	<i>Conformité Européenne</i>
CO₂	Dióxido de Carbono
CPU	<i>Central Processing Unit</i>
CT	Comissões Técnicas de Normalização
DGS	Direção Geral de Saúde
DM	Dispositivos Médicos
ECG	Eletrocardiograma
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
H₂O	Água
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IHM	Interface Homem Máquina
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
MHz	MegaHertz
NFC	<i>Near Field Communication</i>
NP	Norma Portuguesa
N₂	DiAzoto
N₂O	Protóxido de Azoto
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONN	Organismo Nacional de Normalização
ONS	Organismos de Normalização Setorial
OT	Ordem de Trabalho
O₂	Oxigénio
PI	Pressão Arterial Invasiva
PNI	Pressão Arterial Não Invasiva
QRCode	<i>Quick Response Code</i>

RFID	<i>Radio-Frequency IDentification</i>
SIE	Serviço de Instalações e Equipamentos
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SRAM	<i>Static Random-Access Memory</i>
SpO₂	Saturação Periférica de Oxigénio no Sangue

Capítulo 1

Introdução

Este é um capítulo introdutório, onde se pretende fazer o enquadramento e a motivação do estágio (Secção 1.1). Na Secção 1.2 descreve-se a empresa de acolhimento, bem como o procedimento geral nas ações de manutenção. São apresentados os objetivos do estágio bem como as principais tarefas desenvolvidas na Secção 1.3 e na Secção 1.4 o cronograma do estágio. Por fim, na Secção 1.5 é apresentada a estrutura do documento.

1.1 Enquadramento e Motivação

A manutenção de equipamentos de eletromedicina desempenha um papel muito importante na medida que deve garantir a qualidade e segurança de dispositivos médicos.

Durante o ciclo de vida de um equipamento, este é sujeito a procedimentos de manutenção. Por exemplo, em caso de avaria, é importante perceber a criticidade da sua falha, para uma melhor atuação. Além disso, é importante compreender a envolvimento do equipamento no meio em que se encontra, bem como as suas principais características e a frequência da sua utilização, de forma a perceber qual a melhor rotina de manutenção.

Para além disso, o processo de manutenção do equipamento deve ser gerido, de forma a reduzir a probabilidade de ocorrer uma avaria e comprometer o normal funcionamento do serviço em que se encontra.

A área de manutenção de dispositivos médicos é afim à área do ciclo de estudos do Mestrado de Instrumentação Biomédica. O estágio descrito neste relatório foi levado a cabo numa empresa que atua neste ramo de atividade e que tem acordo de cooperação com o Instituto Superior de Engenharia de Coimbra.

O estágio decorreu nas instalações da empresa, nos Hospitais e Clínicas da zona centro e da zona de Aveiro, sendo o Instituto Português de Oncologia de Coimbra

Francisco Gentil (IPOCFG), o Centro Cirúrgico de Coimbra e o Hospital da Luz em Aveiro e Oiã os mais frequentados.

1.2 Instituição de Acolhimento



Figura 1.1: PromeiCentro, Lda.

A PromeiCentro (Figura 1.1), tem sede no parque industrial de Taveiro, em Coimbra, e opera desde 1990. É uma empresa especializada na área da comercialização e manutenção de equipamentos e infraestruturas hospitalares, prestando serviços na zona norte, centro e sul do país, com maior ênfase em Aveiro, Coimbra e Lisboa.

Presta serviços em regime de *outsourcing* de manutenção preventiva junto de diversas unidades de saúde, fazendo planos de manutenção anuais adaptados a cada Hospital e Clínica, assim como, serviços de manutenção corretiva.

As instalações da empresa são compostas por um armazém, onde se encontra material para comercialização e para utilização nas ações de manutenção, e um laboratório onde são realizadas as ações de manutenção corretiva de equipamentos.

É uma empresa certificada pela norma ISO 9001:2015 - Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos, ou seja, cumpre os requisitos para sistemas de gestão da qualidade.

1.3 Objectivos

Os objetivos deste estágio são:

- aquisição de conhecimentos acerca do modelo de Sistema de Gestão da Manutenção implementado na empresa e aplicado nos clientes;
- estudo e compreensão dos documentos de manutenção, nomeadamente no que concerne à forma de evidenciar tarefas e ações de manutenção, de modo a manter todo o suporte documental dos clientes devidamente atualizado;
- tomar contacto com alguns equipamentos médicos, compreendendo o seu modo de funcionamento base;
- através dos planos individuais de manutenção dos equipamentos (apenas os mais básicos), identificar os recursos necessários à realização da manutenção preventiva;
- acompanhamento e colaboração em ações de manutenção preventiva, com vista à observação e compreensão de métodos e técnicas de manutenção.

No decorrer do estágio existiu uma integração da aluna na equipa de profissionais de eletromedicina responsáveis por efetuar ações de manutenção aos dispositivos médicos.

De acordo com os objetivos mencionados anteriormente, foram acompanhadas e realizadas intervenções de manutenção preventiva e corretiva em meio hospitalar e nas instalações da empresa, e elaborados documentos que possuem evidências das ações de manutenção efetuadas. Estas intervenções foram sempre supervisionadas por um dos profissionais da equipa.

A aluna colaborou na atualização dos *dossiers* dos planos anuais de manutenção.

1.4 Cronograma

Os objetivos anteriormente delineados foram atingidos como evidencia o cronograma da Figura 1.2.

O estágio teve início a 2 de janeiro de 2020 e foi terminado, presencialmente, a 11 de setembro. Devido à situação pandémica em que o país se encontrou, existiu uma interrupção no estágio presencial entre 13 de março e 31 de maio.

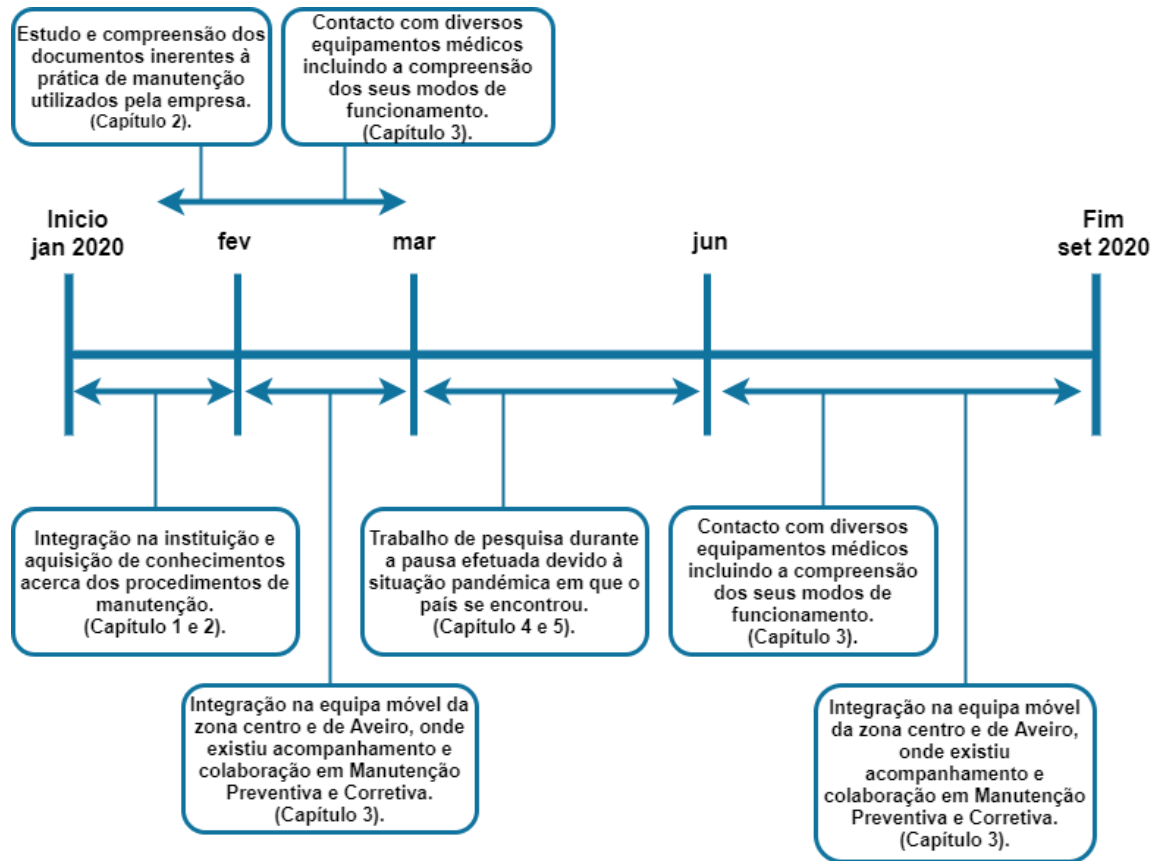


Figura 1.2: Cronograma do estágio.

1.5 Estrutura do Relatório

O relatório é constituído por seis capítulos:

No capítulo 2 - “Conceitos e Ferramentas Utilizadas na Manutenção”, é feita uma descrição de alguns conceitos associados à manutenção de dispositivos médicos. Posteriormente, são descritos alguns recursos de monitorização e medição, que auxiliam nas ações de manutenção, utilizados durante o estágio. De seguida, é feita uma abordagem à informação normativa relacionada com a manutenção e dispositivos médicos. Por último, faz-se uma breve referência à segurança na manutenção. No final do capítulo é elaborado um breve resumo.

O Capítulo 3 - “Procedimentos de Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina”, inclui alguns dos equipamentos que foram intervencionados no decorrer do estágio. Inicialmente, é feita uma breve abordagem aos procedimentos gerais de intervenção a um equipamento. É apresentado o equipamento, fazendo-se uma breve descrição das suas funcionalidades, seguido das normas associadas ao mesmo, e das intervenções preventivas e corretivas efetuadas. No final do capítulo, com o auxílio de duas tabelas, é feita uma síntese de todas as intervenções descritas neste capítulo.

No Capítulo 4 - “Contributo para Situações de Emergência e Doenças Infecto-

Contagiosas”, são abordados procedimentos de segurança que devem ser adotados em caso de doenças infecciosas e contaminação de equipamentos por agentes biológicos. Além disso, faz-se referência às formas de eliminar os agentes biológicos dos equipamentos, bem como das ferramentas utilizadas no processo de manutenção.

No Capítulo 5 - “Plataformas para Apoio à Gestão de Manutenção”, é feita uma abordagem a algumas soluções de gestão de manutenção comercializadas, bem como uma comparação entre elas. Posteriormente, é realizada uma descrição mais detalhada de algumas dessas soluções.

No Capítulo 6 - “Conclusão”, são abordadas algumas das principais conclusões do trabalho desenvolvido no decorrer deste estágio curricular.

Por último, o documento conta ainda com a Bibliografia.

Capítulo 2

Conceitos e Ferramentas Utilizadas na Manutenção

Neste capítulo são abordados, os conceitos de manutenção e as ferramentas utilizadas nos procedimentos de manutenção. Na Secção 2.1 é feita uma descrição de dispositivos médicos e equipamentos de eletromedicina. Na Secção 2.2 define-se o conceito de manutenção. São apresentados na Secção 2.3 alguns dos equipamentos de monitorização e medição existentes, e utilizados no decorrer do estágio. Na Secção 2.4 é abordada a informação normativa relacionada com os equipamentos médicos e ações de manutenção. Na Secção 2.5 é feita uma breve abordagem ao tema de segurança na manutenção. Por fim, na Secção 2.6 é feito um breve resumo do capítulo.

2.1 Dispositivos Médicos e Equipamentos de Eletromedicina

Um dispositivo médico (DM), é um dispositivo que serve para prevenir, diagnosticar e tratar doenças. São alguns exemplos as ligaduras, estetoscópios, termómetros, compressas, entre outros. Alguns deles, para além de serem utilizados por profissionais de saúde, podem também ser manuseados por leigos, por vezes nas suas próprias casas. Estes dispositivos, têm assim um grande impacto na saúde e nas despesas com cuidados de saúde [4].

Dentro da diversificação de dispositivos médicos, encontram-se os chamados equipamentos de eletromedicina. Eletromedicina é designada como a parte da medicina que se ocupa dos equipamentos elétricos utilizados para observação, diagnóstico e tratamento médico, existindo uma enorme variedade deste tipo de equipamentos. São exemplos, o eletrocardiógrafo, o desfibrilhador, o monitor de sinais vitais, entre muitos outros [5][6].

2.2 Manutenção

Segundo a norma NP 13306 - Terminologia da Manutenção, manutenção é o conjunto de ações durante o ciclo de vida de um bem, que permitem manter ou restabelecer o mesmo, de forma a que este possa desempenhar a função requerida.

A manutenção surgiu de uma evolução do conceito “conservação”, designado como a reparação do equipamento a fim de assegurar a continuidade do seu funcionamento. No entanto, a manutenção é mais do que isso, sendo realizada uma prevenção, correção e renovação, com vista a otimizar o custo global da posse do equipamento, bem como aumentar a sua vida útil. Sendo a vida útil do equipamento designada como um intervalo de tempo, que se inicia a um dado instante e termina quando a taxa de avarias se torna demasiado elevada ou quando o equipamento for considerado irreparável [7].

O investimento inicial num equipamento é muito elevado, ou seja, quando existe uma avaria esta é economicamente mais crítica, como tal, a manutenção deve estar presente em toda a vida útil do equipamento, iniciando-se logo quando é efetuada a sua instalação e este começa a funcionar. Esta deve ser de vigilância permanente ou periódica, deve incluir ações paliativas e reparações, e ainda ações preventivas. Existem vários tipos de manutenção que estão esquematizados na Figura 2.1 [7].

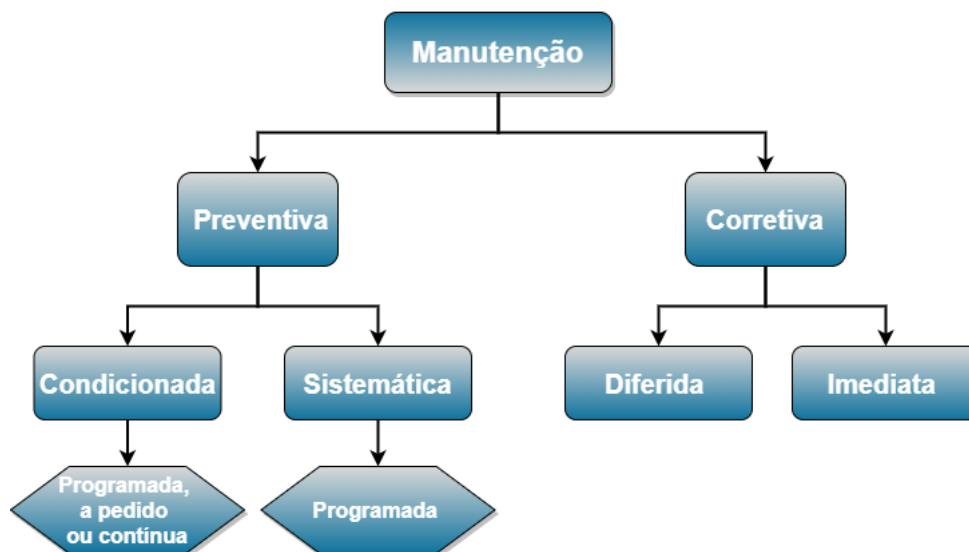


Figura 2.1: Tipos de manutenção.

2.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é uma manutenção planeada que se realiza com base numa programação previamente efetuada, ou seja, é realizada de acordo com um calendário pré-estabelecido. Este tipo de manutenção tem como finalidade a redução da probabilidade de existência de uma falha ou degradação, tendo então como principal objetivo prolongar a vida útil do equipamento.

A manutenção preventiva divide-se ainda em dois subtipos, a manutenção sistemática e a condicionada. Estas manutenções são ambas realizadas com base num plano prévio no entanto diferem na razão subjacente ao seu planeamento. Isto é, a manutenção sistemática é cíclica e definida em função do tempo de utilização do equipamento ou o número de vezes que este é utilizado. É planeada sem saber o estado do equipamento. Por outro lado, na manutenção condicionada o momento da intervenção é decidido com base num diagnóstico prévio do equipamento, ou seja, é decidido intervencionar o equipamento quando este apresenta evidências visíveis de defeito iminente ou quando atinge um determinado patamar de degradação predeterminado. Como podemos observar no diagrama da Figura 2.1, é também programada, podendo ser realizada a pedido da instituição que utiliza o equipamento, ou de uma forma contínua [7].

Existem algumas tarefas que devem ser realizadas em procedimentos de manutenção preventiva:

- verificar visualmente o estado do equipamento e de todos os seus acessórios;
- efetuar testes funcionais, normalmente com ajuda dos recursos de monitorização e medição;
- proceder à substituição de consumíveis e/ou peças que se encontrem em fim de vida útil, como elétrodos descartáveis e baterias;
- verificar se o equipamento está calibrado;
- efetuar testes de segurança elétrica;
- efetuar uma limpeza e lubrificação sempre que necessário.

Todos estes pontos devem ter sempre em consideração o manual de serviço do equipamento, onde se encontram todos os procedimentos a ser seguidos.

2.2.2 Manutenção Corretiva

Contrariamente à manutenção preventiva, este tipo de manutenção é realizada sem nenhum planeamento prévio. A manutenção corretiva é uma manutenção não planeada, e é efetuada após ser detetada uma avaria no equipamento, tendo como intenção restaurá-lo para que este possa realizar a sua função.

Este tipo de manutenção é composto por 4 etapas:

1. verificação da anomalia;
2. preparação para reparação e logística;
3. reparação;
4. teste do correto funcionamento após a reparação.

A manutenção corretiva divide-se também em dois subtipos, a manutenção diferida e a manutenção imediata. A manutenção diferida não se efetua imediatamente após a deteção de uma falha, sendo retardada de acordo com regras de manutenção determinadas, isto é, caso um equipamento possua uma avaria em uma funcionalidade que não afete a segurança do utilizador nem as restantes funcionalidades do equipamento, a sua reparação pode não ser imediata. Contrariamente, a manutenção imediata ou de urgência é realizada imediatamente após a deteção da falha do equipamento, para que se possam evitar consequências irreversíveis. Ambas têm o objetivo de reparar o bem, apenas em tempos diferentes [7].

2.3 Recursos de Monitorização e Medição

Os Recursos de Monitorização e Medição são normalmente designados como aparelhos de teste que representam uma ferramenta importante para o controlo de qualidade das funções desempenhadas por um determinado equipamento. Estes desempenham um papel muito relevante no auxílio dos profissionais de manutenção, uma vez que permitem efetuar testes e ver determinados parâmetros para avaliar o estado do equipamento de eletromedicina. Os aparelhos de teste devem ser certificados e estar devidamente calibrados.

Existem diversas categorias destes aparelhos, que permitem efetuar testes a vários tipos de equipamento de eletromedicina.

Existem também aparelhos de teste que desempenham funções análogas, podendo haver mais que um aparelho de teste que realiza o mesmo tipo de testes. Nesta secção, são abordados apenas alguns deles.

2.3.1 Simuladores Multiparamétricos

MS400 - Simulador Multiparamétrico

O MS400 é um equipamento de teste da *Contec*, que simula sinais vitais. Este possibilita a simulação de um eletrocardiograma (ECG) adulto ou pediátrico. Simula doze derivações de ECG, sendo possível simular trinta e cinco tipos de arritmia. Executa também a simulação da respiração de um paciente, tendo uma taxa de respiração ajustável e ainda simula três tipos de dados de apneia. Além disso, permite simular vários valores de temperatura e pressão arterial invasiva (PI) de dois ou quatro canais [8]. Este simulador pode ser observado na Figura 2.2.

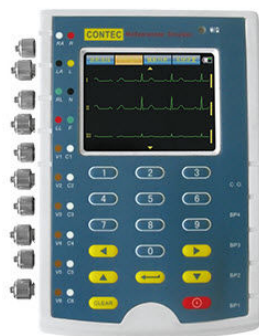


Figura 2.2: Simulador Multiparamétrico MS400.

MS200 - Simulador de Pressão Arterial Não Invasiva

O MS200 é um equipamento que tem como função testar a medição da pressão arterial não invasiva (PNI) (Figura 2.3). Fornece simulações dinâmicas da pressão sanguínea de modo adulto e neonatal, e permite testar o vazamento de ar e alívio de pressão.

Admite várias unidades de medida de pressão, tais como mmHg (a mais utilizada), cmH₂O, kPa e psi. A sua gama é de 0 mmHg a 400 mmHg com uma precisão de $\pm 0.5\%$ para valores entre 0 mmHg e 300 mmHg, e de $\pm 2\%$ para valores superiores a 300 mmHg. Quando é feita a simulação de pressão arterial não invasiva, dá ainda um valor de frequência cardíaca, com uma precisão de ± 1 batimentos por minuto (bpm) [9].



Figura 2.3: Simulador de NIBP MS200.

MS100 - Simulador de Saturação de Oxigénio no Sangue

O MS100 é um equipamento portátil que permite simular a saturação de oxigénio no sangue (SpO_2) de um ser humano, disponibilizando um conjunto de parâmetros para verificar as funcionalidades de um oxímetro. Este equipamento de teste simula diferentes curvas de SpO_2 sendo compatível com diferentes tecnologias de diferentes oxímetros.

As suas principais funções são a simulação de valores de SpO_2 e da frequência cardíaca, permitindo realizar diversos pré-ajustes dos valores simulados.

Relativamente ao parâmetro de SpO_2 possui uma gama de valores de 35% a 100% e para a frequência cardíaca valores de 25bpm a 250bpm [10]. Este simulador pode ser observado na Figura 2.4.



Figura 2.4: Simulador de SpO_2 MS100.

Rigel UNI-SIM

O Rigel UNI-SIM é um simulador de sinais vitais portátil que permite simular seis parâmetros de forma sincronizada. É uma ferramenta versátil, que permite então simular o eletrocardiograma e frequência cardíaca, a saturação de oxigénio no sangue, pressão arterial não invasiva e pressão arterial invasiva, e ainda temperatura e respiração [11]. Na Tabela 2.1 podemos observar as características de cada um destes parâmetros.

Este é compatível com o simulador universal de SpO_2 , **PULS-R**. O PULS-R é um acessório do Rigel UNI-SIM, que simula o dedo humano. Apresenta diversas configurações da curva de SpO_2 , compatível com diversas tecnologias utilizadas nos Monitores de Sinais Vitais.

Na Figura 2.5 pode ser observado o Rigel UNI-SIM e o acessório de SpO_2 , PULS-R.

Tabela 2.1: Características dos parâmetros do simulador Rigel UNI-SIM.

<i>Parâmetro</i>	<i>Unidades</i>	<i>Gama de valores</i>	<i>Precisão</i>
Frequência Cardíaca	bpm	20bpm ~ 300bpm	± 1 bpm
SpO_2	-	30% ~ 100%	$\pm 5\%$, 30% ~ 59% $\pm 3\%$, 60% ~ 89% $\pm 1\%$ 90% ~ 100%
NIBP	mmHg, cmH ₂ O, kg/cm ² , inHg, m/Bar, psi	0mmHg ~ 410mmHg	-
IBP	mmHg	0mmHg ~ 300mmHg	± 1 mmHg
Temperatura	°C	25°C ~ 41°C	± 0.1 °C
Respiração	Respirações por minuto	5 ~ 180	$\pm 5\%$



Figura 2.5: Simulador Rigel UNI-SIM com o PULS-R.

2.3.2 Multímetro Digital

O multímetro digital (Figura 2.6), é um equipamento que mede grandezas elétricas. É considerado uma ferramenta muito útil nos processos de manutenção. Integra num único equipamento vários instrumentos de medição, que permitem medir tensão (V), corrente (A) contínua e alternada, resistência (Ω), capacidade (F), frequência (Hz) e ainda temperatura ($^{\circ}\text{C}$).



Figura 2.6: Multímetro digital.

2.3.3 Medidor de Pressão

A Figura 2.7 mostra o *Bio Tek DPM1B*, um equipamento leve e portátil, que permite medir pressão, auxiliando nos teste de sistemas pneumáticos e hidráulicos. Este equipamento mede e gera pressões negativas e positivas. Lê valores de pressão dentro da gama de ± 300 mmHg, tendo uma precisão de ± 1 mmHg.



Figura 2.7: Medidor de pressão.

2.3.4 Analisador de Ventiladores

O *Certifier FA Plus* (Figura 2.8), é um equipamento, que permite a leitura de vários fluxos respiratórios. É composto por vários módulos que ligados entre si permitem a leitura de fluxos e pressões associadas ao sistema respiratório. Designadamente o módulo principal, o módulo de alto fluxo, o módulo de baixo fluxo e o sensor de oxigénio.



Figura 2.8: Analisador de Ventiladores.

O **módulo principal** (Figura 2.9(a)) permite a visualização dos valores de fluxo e pressões lidos. Permite selecionar a gama de parâmetros que são mostrados no ecrã, bem como em que unidade de medida são lidos.

O **módulo de alto fluxo** (Figura 2.9(b)) é um módulo que se utiliza em conjunto com o módulo principal, responsável pela leitura de gases, como o ar, O_2 , N_2 e CO_2 . A gama de valores suportados pelo equipamento encontra-se de 0 L/min a 40 L/min para o CO_2 e de 0 L/min a 300 L/min para os restantes gases. Além disso, possui transdutores com capacidade de leitura de valores de pressões até 150 psi (que equivale a 10 Bar) e 150 cmH₂O.

O **módulo de baixo fluxo** (Figura 2.9(c)) lê os valores de fluxo de ar, O_2 , N_2 , CO_2 e N_2O com gama entre 0.01 L/min e 20 L/min. Este é também utilizado em conjunto com o módulo principal.

Por fim, o **sensor de oxigénio** (Figura 2.9(d)) deve ser utilizado em conjunto com o módulo de alto fluxo, para medir a concentração de O_2 e qualquer mistura entre O_2 e ar [12].

Estes módulos podem ser conectados e desconectados em função daquilo que se pretende medir. No decorrer do estágio foram utilizados o módulo principal e o módulo de alto fluxo.



(a) Módulo principal.



(b) Módulo de alto fluxo.



(c) Módulo de baixo fluxo.



(d) Sensor de oxigénio.

Figura 2.9: Módulos do *Certifier FA Plus*.

2.3.5 Analisador de Desfibrilhadores

O DP-300 é um aparelho de teste portátil que possibilita realizar testes funcionais a desfibrilhadores. Este possui a funcionalidade de testar desfibrilhadores manuais e automáticos (DEA).

Além disso, efetua simulação de ECG com diferentes possibilidades de teste, contando com dez saídas de ECG e simulando assim doze derivações. Ou seja, é possível testar a componente de ECG em qualquer outro equipamento, como por exemplo o Monitor de Sinais Vitais.

Existem modelos mais recentes deste equipamento como o DP-600, no entanto este foi o utilizado no estágio. Este equipamento de teste pode ser observado na Figura 2.10.



Figura 2.10: Analisador de desfibrilhadores.

2.4 Informação Normativa

A padronização é designada como o processo de desenvolvimento e implementação de normas. Tem como objetivo a maximização da compatibilidade, reprodutibilidade, segurança e qualidade de um processo, produto ou serviço [6].

A *International Electrotechnical Commission* (IEC) é a primeira organização de padronização internacional, criada em 1906. É uma entidade sem fins lucrativos responsável por publicar normas internacionais para gestão de sistemas de conformidade de produtos, sistemas e serviços elétricos e eletrónicos [13].

Em 1947 foi criada a *International Organization for Standardization* (ISO) responsável pelo desenvolvimento de padrões internacionais, que cobre uma ampla gama de atividade com objetivo de melhorar produtos e serviços. Conta com 792 comités e sub comités técnicos para desenvolvimento de normas, tendo normas internacionais que cobrem quase todos os aspetos de tecnologia e fabricação. A ISO conta com 165 organismos de normalização nacionais [14].

O Instituto Português da Qualidade (IPQ), é o Organismo Nacional de Normalização (ONN) em Portugal, que edita documentos normativos, tendo como principal objetivo a gestão do processo normativo em Portugal. O Organismo de Normalização Setorial (ONS) e as Comissões Técnicas de normalização (CT) estão também envolvidos na atividade normativa nacional. O IPQ deve[15]:

- qualificar ONS;
- criar CTs;
- promover a elaboração, aprovação e homologação dos documentos normativos portugueses;
- adotar documentos normativos europeus.

Algumas das normas desenvolvidas por estas entidades são aplicáveis a dispositivos médicos. Existem também algumas normas portuguesas adaptadas de normas europeias, que podem ser seguidas pelas empresas prestadoras de serviços de manutenção, de forma a garantirem a qualidade desse serviço.

Os dispositivos médicos devem ainda possuir marcação CE que indica que o dispositivo se encontra de acordo com os requisitos legais das diretivas da União Europeia. Um dispositivo com a marca CE indica ser um dispositivo seguro e apropriado à sua finalidade [16].

De seguida são abordadas algumas normas relacionadas com a prestação de serviços de manutenção e com os dispositivos médicos.

2.4.1 NP 4492

A norma portuguesa **NP 4492 - Requisitos para Prestação de Serviços de Manutenção** é uma norma que se aplica a qualquer tipo de entidade prestadora de serviços de manutenção, independentemente do seu tamanho e contexto. Esta norma tem como principais objetivos [17]:

- satisfazer as necessidades e objetivos do cliente através da definição de requisitos a serem cumpridos pelas entidades prestadoras de serviços de manutenção;
- certificar os prestadores de serviços de manutenção;
- apoiar os prestadores de serviços de manutenção, distinguindo-os dos restantes;
- fazer com que o comprador tenha permanentemente como critério a qualidade do serviço de manutenção, e com que seja implementado o conceito de custo de ciclo de vida em substituição do conceito custo de aquisição;
- proporcionar uma melhoria na competência e inovação da entidade prestadora de serviços de manutenção.

2.4.2 NP 13306

O principal objetivo da **NP 13306 - Terminologia da Manutenção**, é estabelecer termos genéricos utilizados em todos os tipos de manutenção e organizações de manutenção. Segundo esta norma, todas as entidades prestadoras de serviços de manutenção devem seguir três critérios fundamentais [7]:

- garantir que o equipamento está disponível para realizar a sua função a custos ótimos;
- ter em consideração a segurança relativamente ao equipamento e ao pessoal de manutenção, assim como, sempre que necessário, ter em atenção o impacto ambiental;
- otimizar o tempo que o equipamento dura, e a qualidade do produto ou serviço fornecido, tendo em conta, caso necessário, os custos.

2.4.3 NE 13460

A norma europeia **NE 13460 - Manutenção - Documentação para a Manutenção** destina-se a fornecer um volume de informação às empresas que possuem atividades de manutenção.

Esta é constituída por referências normativas e anexos informativos, para auxílio das organizações, para que estas possam alcançar eficazmente o objetivo de um bom desempenho nas suas atividades.

Nesta norma pode ser consultada uma lista de documentos essenciais para a manutenção [18].

2.4.4 ISO 14971

A **ISO 14971 - Dispositivos Médicos - Aplicação de gestão de riscos a dispositivos médicos**, deve ser utilizada para gerir os riscos associados para o paciente, operador, outras pessoas, outros equipamentos e meio ambiente, com a utilização de dispositivos médicos.

Esta norma foi desenvolvida especificamente com o intuito de ser utilizada por fabricantes, no entanto também pode servir de apoio e orientação informativa no desenvolvimento e manutenção de um sistema [19].

2.4.5 ISO 13485

A norma **ISO 13485 - Dispositivos Médicos - Sistemas de Gestão da Qualidade - Requisitos para Fins Regulatórios**, é conhecida pela comunidade europeia como uma norma complementar à marcação CE. Esta norma contém requisitos que devem ser utilizados por um sistema que faça a gestão da qualidade, podendo também ser utilizada por qualquer organização envolvida em uma ou mais etapas do ciclo de vida de um dispositivo médico. O esquema da Figura 2.11 contém as etapas que constituem o ciclo de vida de um dispositivo médico [20].

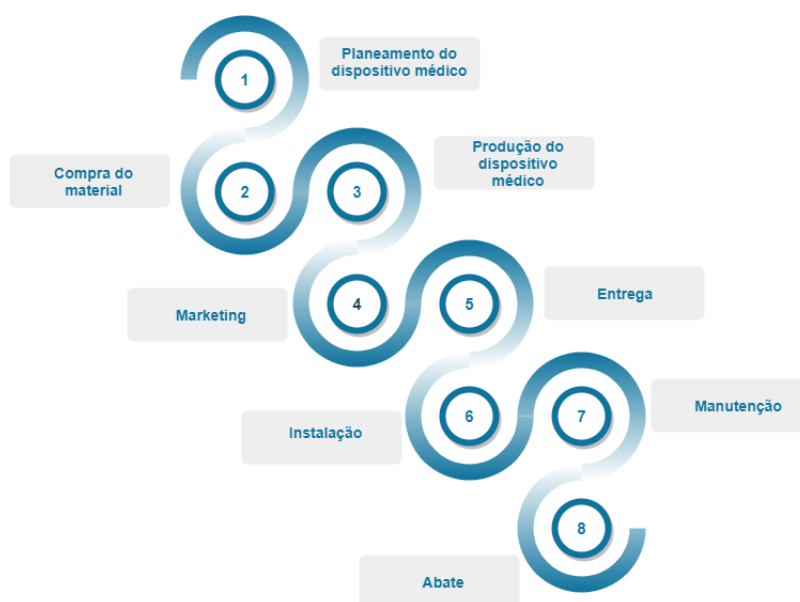


Figura 2.11: Etapas do ciclo de vida de um dispositivo médico.

2.4.6 IEC 60601

A IEC 60601 é uma série de normas técnicas para a segurança e desempenho essencial de equipamentos médicos elétricos, descrevendo métodos de teste para equipamentos, o uso de componentes com características de alta integridade, proteção de choque elétrico, entre vários outros. Encontra-se dividida em duas partes [21]:

- IEC 60601-1-X, que estipula os requisitos gerais de segurança básica e desempenho essencial de tipos de equipamento médico;
- IEC 60601-2-X, que trata de padrões e requisitos gerais de segurança básica e desempenho essencial para grupos de equipamentos médicos elétricos específicos.

Estas duas partes apresentam ainda normas colaterais alusivas a cada tipo de equipamento, representado pelo X. Na parte 1, o X representa um valor entre 1 e 11, e na parte 2 representa um valor entre 1 e 58.

2.5 Segurança na Manutenção

Um profissional de manutenção de dispositivos médicos, no seu dia a dia, encontra-se exposto a diversas condições de trabalho e consequentemente a riscos de variada natureza.

Os riscos com maior incidência são: um deles associado ao ambiente em que o profissional se encontra, sendo que, em meio hospitalar, os riscos biológicos como vírus e bactérias são os mais evidentes, e por outro lado, as queimaduras e choques elétricos, associados às operações de manutenção.

Como tal, antes de se proceder à execução de qualquer trabalho, deve-se ter sempre em conta os procedimentos para a sua execução em segurança.

O uso de óculos, luvas e máscaras quando assim for necessário, é um exemplo de uma medida de segurança a adotar. Também se deve ter atenção ao uso de ferramentas, verificando sempre se estas se encontram em bom estado antes de as utilizar, proceder à utilização da ferramenta correta para um determinado tipo de trabalho. Deve-se garantir que o equipamento que se está a manusear se encontra limpo e devidamente desinfetado [22].

Estando em constante contacto com equipamentos elétricos e eletrónicos, o profissional de manutenção hospitalar deve seguir uma série de procedimentos para a sua segurança, nomeadamente [23]:

- utilizar um equipamento elétrico apenas se este se encontrar devidamente normalizado e certificado;

- antes de proceder a qualquer reparação deve certificar-se de que o equipamento a intervir se encontra com a alimentação elétrica desligada, ou seja, os cabos de alimentação devem encontrar-se desligados e as baterias devem ser retiradas;
- as ferramentas utilizadas em trabalhos de reparação elétrica devem encontrar-se devidamente isoladas;
- verificar que todos os componentes de um equipamento se encontram sem nenhuma energia acumulada, com especial atenção aos condensadores que acumulam grandes quantidades de energia;
- tomar precauções relativamente à eletricidade estática, de forma a evitar descargas eletrostáticas.

Por fim, perante equipamentos que recorram a radiação ionizante para o seu funcionamento, devem-se utilizar as devidas proteções para o seu manuseamento.

2.6 Resumo do Capítulo

Os dispositivos médicos fazem parte do funcionamento de qualquer entidade de saúde.

A manutenção de dispositivos médicos tem um papel muito importante no ciclo de vida de um dispositivo médico. Esta apresenta como principal objetivo o aumento da vida útil do dispositivo, podendo ser de carácter preventivo ou corretivo.

Em ações de manutenção, quer preventiva ou corretiva, os recursos de monitorização e medição desempenham um papel essencial, dado que, auxiliam os profissionais de manutenção a aferir as funcionalidades do dispositivo médico.

Cada dispositivo médico e recurso de monitorização e medição deve estar devidamente calibrado e certificado. De forma análoga, as empresas que prestam serviços de manutenção, devem também reger-se por normas que se adaptam à sua atividade. Existe um conjunto de normas que refere os requisitos básicos de segurança e desempenho essencial de cada dispositivo médico bem como requisitos para prestação de serviços de manutenção.

Por fim, dado os variados riscos a que os profissionais de manutenção estão expostos, estes devem seguir um conjunto de procedimentos de segurança nas ações de manutenção.

Capítulo 3

Procedimentos de Manutenção de Equipamentos de Eletromedicina

Neste capítulo são abordados alguns dos equipamentos que foram intervencionados no decorrer do estágio. Na Secção 3.1 é feita uma abordagem dos procedimentos gerais efetuados quando um equipamento necessita de ser intervencionado. De seguida, em cada secção é feita uma breve descrição do equipamento e do seu princípio de funcionamento, bem como das normas mais relevantes que lhe estão associadas. São também apresentados os procedimentos de manutenção efetuados. Na Secção 3.2 é referenciado o Monitor de Sinais Vitais, seguido das Bombas de Perfusão na Secção 3.3, a Estação de Anestesia na Secção 3.4, o Ventilador portátil na Secção 3.5, as Camas Hospitalares na Secção 3.6, equipamento de Eletroterapia na Secção 3.7, os Desfibriladores na Secção 3.8, na Secção 3.9 a Unidade Dentária e, por fim, na Secção 3.10 é feito um resumo do capítulo.

3.1 Procedimentos Gerais de Intervenção a um Equipamento

Normalmente, as instituições de saúde possuem um Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE), responsável pela gestão, manutenção e conservação das infraestruturas hospitalares.

Quando um equipamento necessita de intervenção técnica, é realizado, normalmente pelo enfermeiro responsável do serviço, um pedido ao SIE que por sua vez contacta os responsáveis pela manutenção do equipamento em questão. No caso do equipamento ainda se encontrar em garantia o mesmo é enviado para o respetivo fornecedor.

Quando o profissional de manutenção recebe o pedido de reparação, faz uma análise da avaria, de forma a perceber o grau de complexidade. Caso seja uma

avaria complexa, que necessita de material que o profissional não tem consigo, o equipamento é levado para as instalações da empresa. Caso contrário, o equipamento é reparado no próprio local.

No caso das ações de manutenção preventiva, existe um plano anual de manutenção, que contém todos os equipamentos presentes no contrato de uma determinada instituição, bem como a periodicidade com que esses equipamentos devem ser intervencionados, uma vez que a manutenção preventiva é do tipo sistemática ou periódica. O profissional de manutenção efetua a manutenção preventiva de acordo com este plano preenchendo, no decorrer de cada intervenção, os documentos necessários para evidenciar essas ações de manutenção.

De seguida são abordados alguns equipamentos intervencionados, bem como as respetivas intervenções efetuadas.

3.2 Monitor de Sinais Vitais

Um Monitor de Sinais Vitais é um equipamento utilizado para monitorização dos sinais vitais de doentes. A quantidade de parâmetros avaliados varia entre cada modelo de monitor. Tipicamente, este equipamento avalia a atividade elétrica do coração do paciente, o ECG, o SpO_2 , PNI e a temperatura. Existem ainda monitores que possibilitam avaliar também a respiração, a capnografia e a PI (Figura 3.1).



Figura 3.1: Parâmetros de medição de um Monitor de Sinais Vitais.

Estes parâmetros são exibidos em forma de gráfico e valor numérico, sendo que, em alguns monitores, normalmente mais pequenos, são exibidos apenas os valores numéricos (Figura 3.2). Alguns monitores têm também uma impressora que permite imprimir os dados obtidos do paciente.

Este equipamento permite que o utilizador configure alarmes, visuais e sonoros, que permitem alertar quando os parâmetros lidos se encontram fora dos valores pré definidos. Além dos alarmes configuráveis, existem ainda alguns de alerta, como bateria fraca ou desconexão de um cabo.



Figura 3.2: Formas de visualização dos parâmetros.

O monitor de sinais vitais ou multiparamétrico, é utilizado para monitorização de adultos, crianças e neonatal, sendo essencial em qualquer serviço de um Hospital.

3.2.1 Informação Normativa

Existe um conjunto de requisitos que este tipo de equipamento deve cumprir para o seu correto funcionamento. De seguida são elencadas algumas normas cujo conteúdo é pertinente para este tipo de equipamento.

A correspondência de cada norma a cada parâmetro de um Monitor de Sinais Vitais pode ser observada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Norma associada a cada parâmetro de um Monitor de Sinais Vitais.

<i>Parâmetros</i>	<i>Norma Associada</i>
ECG	IEC 60601-2-27
Saturação de oxigénio no sangue SpO ₂	ISO 80601-2-61
Pressão arterial não invasiva	IEC 80601-2-30
Pressão arterial invasiva	IEC 60601-2-34

A norma **IEC 60601-2-27 - Requisitos específicos para segurança básica e desempenho essencial do eletrocardiógrafo** tem como principal objetivo estipular requisitos de segurança básica e desempenho essencial de eletrocardiógrafos utilizados em meio hospitalar e fora do ambiente hospitalar (como é exemplo, as ambulâncias e transportes aéreos). Esta norma também se aplica a sistemas de telemetria de ECG utilizados em ambiente hospitalar [24].

A norma **IEC 60601-2-34 - Requisitos específicos para segurança básica e desempenho essencial de equipamentos de monitorização de pressão arterial invasiva** apresenta como objetivo principal estabelecer os requisitos de segurança e desempenho essencial de equipamentos de monitorização de pressão arterial invasiva. Esta norma não se aplica a tubos e agulhas de cateter, nem equipamentos de monitorização de pressão arterial não invasiva [25].

A norma **IEC 80601-2-30 - Requisitos específicos para a segurança básica e desempenho essencial de esfigmomanômetros não invasivos automatizados** fornece requisitos de segurança básica e desempenho essencial de equipamentos de monitorização de pressão arterial não invasiva e os seus acessórios [26].

A norma **IEC 80601-2-49 - Requisitos específicos para a segurança básica e desempenho essencial de monitores multifuncionais de pacientes** apresenta como objetivo estipular requisitos de segurança e desempenho essencial de monitores multiparamétricos, como é o caso dos monitores de sinais vitais. Esta norma abrange monitores multifuncionais utilizados em instalações hospitalares, serviços médicos de emergência e ainda em ambientes de saúde domiciliares. Diz respeito a equipamentos que possuem conexão a um único paciente (no caso de uma senhora grávida e o seu feto são considerados apenas um paciente) [27].

A norma **ISO 80601-2-61 - Requisitos específicos para a segurança básica e desempenho essencial de oxímetros de pulso** estabelece requisitos de segurança e desempenho essencial de oxímetros de pulso, incluindo qualquer peça necessária para o uso do equipamento, tal como, monitores, sondas e extensores de cabos das sondas. Esta norma não se aplica a equipamentos utilizados em pesquisas de laboratório, ou equipamentos que necessitem de uma amostra de sangue do paciente [28].

3.2.2 Manutenção Preventiva

No decorrer do estágio existiu contacto com diversos Monitores de Sinais Vitais, das mais variadas marcas e modelos.

A Promeicentro possui uma *checklist* constituída por tarefas gerais que devem ser efetuadas numa intervenção, sendo depois adaptadas a cada tipo de Monitor de Sinais Vitais. Estas tarefas gerais podem ser observadas na Figura 3.3.

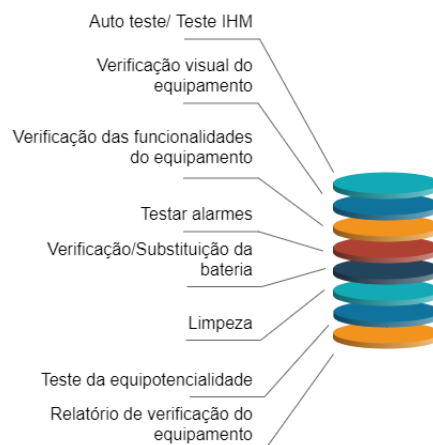


Figura 3.3: Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um Monitor de Sinais Vitais.

Auto teste/Teste IHM

O auto teste e teste Interface Homem Máquina (IHM) é normalmente a primeira tarefa efetuada. Esta pode ser realizada em qualquer Monitor de Sinais Vitais, e permite verificar se a interface do equipamento se encontra em boas condições. É também nesta fase que normalmente se verifica se a data e hora do equipamento se encontram corretas.

Além disso, nesta etapa verifica-se se o monitor apresenta indicação de estar ligado à alimentação ou se está a utilizar a bateria.

Verificação Visual do Equipamento

Nesta etapa, o profissional de manutenção verifica se não existe nenhum problema visível com o chassi do equipamento. É verificado se não existe qualquer problema com os acessórios, tais como os cabos de ECG e SpO_2 , a braçadeira para medição da pressão não invasiva, cabo de alimentação do equipamento, entre outros (Figura 3.4). Deve também observar se as fichas e conexões do monitor não se encontram partidas ou em mau estado de conservação, o que pode originar desvios na leitura dos parâmetros.

Sempre que um destes cabos se encontre deteriorado procede-se à sua substituição.



(a) Cabo ECG.



(b) Cabo SpO_2 .



(c) Braçadeira para pressão não invasiva.

Figura 3.4: Alguns acessórios de um Monitor de Sinais Vitais.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

Para a realização desta tarefa, liga-se o aparelho de teste Riguel UNI-SIM ou os aparelhos de teste multiparamétricos da Contec ao Monitor de Sinais Vitais (Figura 3.5). São definidos alguns valores de ECG, SpO_2 , pressão arterial, entre outros, de forma a verificar se os valores lidos pelo equipamento são idênticos. Os valores lidos têm sempre associada uma percentagem de erro, que deve ser consultada no manual do equipamento.

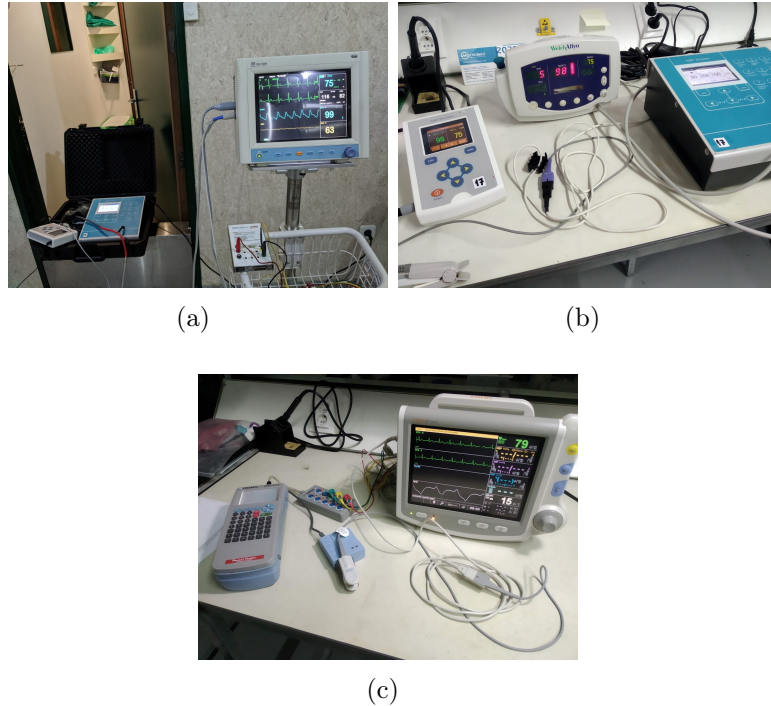


Figura 3.5: Monitores de Sinais Vitais e respetivo equipamento de teste.

Testar Alarmes

Nesta fase são definidos alarmes para cada parâmetro lido pelo Monitor de Sinais Vitais. Para os valores lidos de ECG, por exemplo, define-se um limite mínimo e um limite máximo, e configura-se o simulador para um valor que se encontre abaixo do limite mínimo e outro acima do máximo, de forma a verificar se o monitor emite os alarmes. O mesmo se efetua para os outros parâmetros. Em alguns Monitores de Sinais Vitais quando um dos cabos se encontra mal conectado ou completamente desconectado, também são emitidos alarmes.

Verificação/Substituição da Bateria

A autonomia de um equipamento é muito importante, por exemplo, no caso de ser necessário monitorizar um paciente enquanto é transferido de um serviço para outro. Assim faz parte da manutenção preventiva deste equipamento fazer uma verificação ao estado da bateria do mesmo. A sua verificação é feita com a ajuda do multímetro digital, em que é medida a diferença de potencial nos terminais da mesma. O valor lido no multímetro é denominado de tensão nominal. A tensão nominal de uma bateria idealmente será ligeiramente superior à tensão indicada na bateria em questão. Caso esse valor seja ligeiramente inferior pode indicar que a bateria se encontra descarregada. Quando o valor está demasiado baixo poderá indicar que a bateria está danificada. Esta identificação vai depender da bateria e das suas características. De forma a ter um resultado mais fidedigno, esta análise

deve ser efetuada com a bateria em esforço.

Além disso, o equipamento é colocado em funcionamento apenas com a bateria com o objetivo de observar o seu comportamento. Este teste ajuda a perceber se esta se encontra descarregada ou com algum tipo de problema.

Limpeza

A cada intervenção, é efetuada uma limpeza geral do equipamento e dos seus acessórios. Uma a duas vezes por ano, dependendo do cliente e do equipamento, é executada uma limpeza mais profunda ao equipamento e que envolve os seguintes procedimentos:

- O monitor é aberto;
- Os componentes elétricos são verificados e limpos;
- É feita uma limpeza de filtros de ar e poeiras;
- Caso existam, limpeza e lubrificação das partes móveis do equipamento.

A limpeza de cada componente deve ser sempre realizada com os acessórios apropriados a cada tipo de material. Por exemplo, as borrachas dos equipamentos, deterioram-se com alguns líquidos utilizados na limpeza do chassi, devendo sempre existir essa atenção.

Teste de Equipotencialidade

É importante que o chassi do equipamento se encontre isolado, isto é, que todas as partes metálicas do mesmo se encontrem ligadas à terra, para que, no caso de existir algum problema elétrico com o monitor, este não cause um choque elétrico no utilizador. Assim, com o auxílio da função de continuidade do multímetro, deve verificar-se a continuidade entre os pontos metálicos do monitor e a terra.

Relatório de Verificação

Numa ação de manutenção preventiva deve ser efetuado um relatório completo de verificação do equipamento. Este relatório é composto pela descrição das tarefas que foram realizadas, assim como o resultado obtido do mesmo, e se o equipamento se encontra em bom estado de funcionamento. A periodicidade com que este documento é feito, depende de cliente para cliente, podendo ser efetuado em todas as intervenções ao equipamento ou apenas em algumas delas.

3.2.3 Manutenção Corretiva

Além das manutenções preventivas, foram também efetuadas algumas manutenções corretivas aos Monitores de Sinais Vitais.

De seguida são descritos os problemas detetados, no decorrer do estágio, em alguns Monitores de Sinais Vitais e a solução adotada para a sua resolução.

Monitor de Sinais Vitais *Colin*

O Monitor de Sinais Viatis *Colin* foi um dos equipamentos intervencionados. Para concluir a sua reparação com sucesso foram realizados um conjunto de passos e tarefas. O diagrama da Figura 3.6 pretende representar uma pré-visualização do processo adotado na reparação deste monitor, bem como as principais tarefas realizadas. A descrição mais detalhada desse mesmo procedimento é feita de seguida.

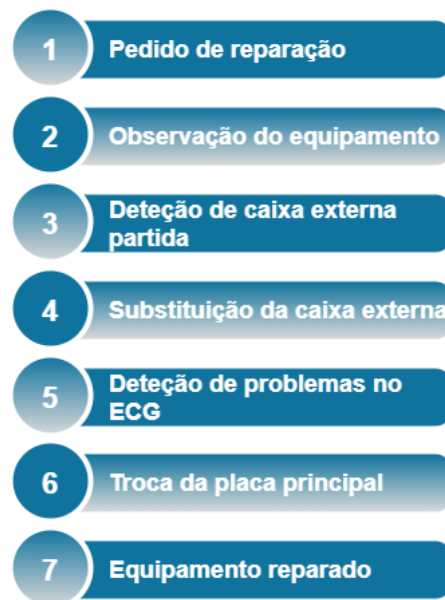


Figura 3.6: Processo de reparação adotado para monitor *Colin*.

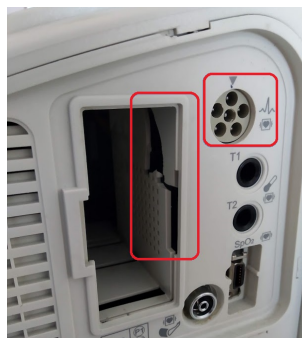
Inicialmente foi efetuado, pela enfermeira responsável, um pedido de intervenção ao equipamento (Figura 3.7(a)), porque este apresentava a conexão de ECG partida (Figura 3.7(b)). O facto de esta peça se encontrar partida, dificultava muito o encaixe do cabo de ECG e assim a sua correta leitura.

Além deste problema verificou-se também que quando o monitor era ligado, aparecia uma mensagem de erro que informava da existência de um erro interno de ECG.

Após a abertura do equipamento, ficou perceptível que não existia nenhum problema aparente com as placas, apenas a caixa e os apoios de plástico se encontravam partidos (Figura 3.8(a)). Ou seja, o primeiro passo seria substituir a estrutura de plástico por uma nova (Figura 3.8(b)).

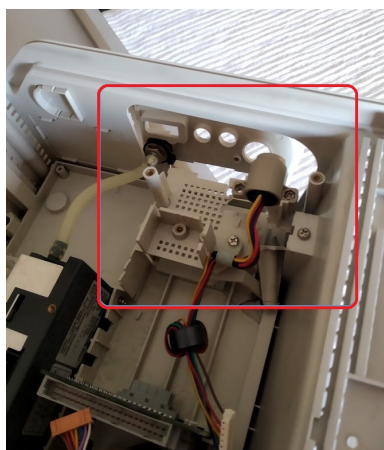


(a) Monitor de Sinais Vitais *Colin*.

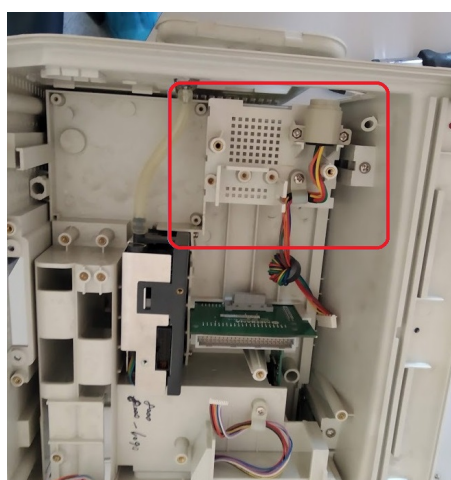


(b) Ficha de ECG e chassi partido

Figura 3.7: Monitor de Sinais Vitais *Colin*.



(a) Peça ECG partida.



(b) Peça ECG sem os apoios partidos.

Figura 3.8: Peças de ECG de Monitores de Sinais Vitais *Colin*.

Visto que existia, do mesmo cliente, um Monitor de Sinais Vitais, da mesma marca e modelo, dado sem reparação devido ao *encoder* rotativo, houve a possibilidade de trocar os invólucros dos mesmos, viabilizando a reparação a um menor custo. Foi então realizada a sua substituição e efetuados os testes de funcionamento.

O erro interno de ECG já não se encontrava visível, no entanto sempre que existia um alarme relativamente aos valores baixos de ECG, era ativada a medição de pressão arterial não invasiva. Foi novamente verificada a placa principal (Figura 3.9) e não foi encontrado qualquer problema visível com a mesma. Esta placa é responsável pelo ECG e também por outras funcionalidades.

A solução final passou por, efetuar a troca da placa principal deste monitor pela placa do monitor dado anteriormente sem reparação.

Após a troca ser efetuada, foram novamente feitos todos os testes de funcionamento, e verificou-se que já não existia nenhum erro e que os valores lidos se encontravam corretos ficando então o equipamento reparado (Figura 3.10).



(a)



(b)

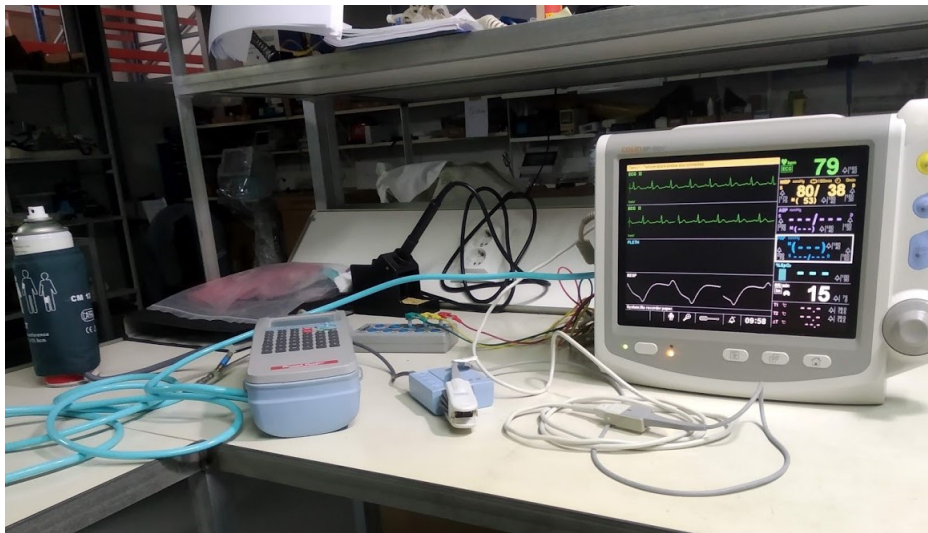
Figura 3.9: Placa principal do Monitor de Sinais Vitais *Colin*.

Figura 3.10: Monitor de Sinais Vitais a funcionar corretamente.

Monitor de Sinais Vitais *Criticare*

O Monitor de Sinais Vitais *Criticare*, foi outro equipamento intervencionado no decorrer do estágio.

Tal como na reparação do equipamento descrito na subseção anterior, para reparar este equipamento foram seguidas um conjunto de tarefas. O diagrama que se segue (Figura 3.11) pretende dar uma pré-visualização do processo de reparação que foi seguido para este equipamento.

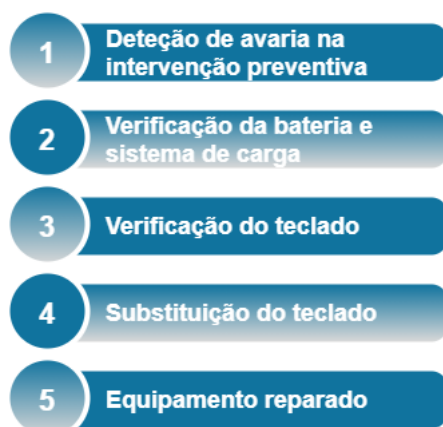


Figura 3.11: Processo de reparação adotado para monitor *Criticare*.

Quando se estava a efetuar a manutenção preventiva deste Monitor de Sinais Vitais, foi detetado que quando se carregava no botão ON/OFF este não ligava. Uma vez que o equipamento não funciona sem alimentação, verificou-se a bateria do mesmo e o circuito de alimentação, não tendo sido detetada qualquer anomalia.

Visto que o tipo de teclado deste equipamento tem avarias recorrentes, o próximo passo foi abrir o equipamento e verificar o teclado (Figura 3.12).



Figura 3.12: Abertura do Monitor de Sinais Vitais *Criticare*.

Após desconectar o teclado, verificou-se que de facto existia uma anomalia com o mesmo. Pensa-se que este absorveu algum tipo de produto utilizado para a sua limpeza, o que danificou a membrana de ligação e provocou uma quebra na comunicação do teclado com o monitor (Figura 3.13).

O teclado foi substituído, o equipamento foi fechado e testado com sucesso, dando-se por concluída a sua reparação.

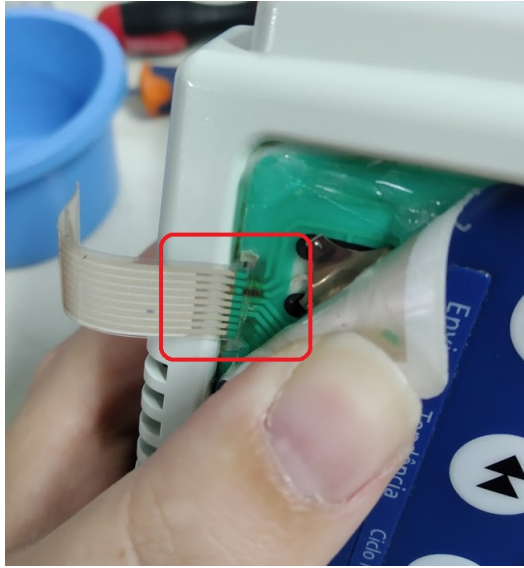


Figura 3.13: Membrana de teclado danificada.

3.3 Bomba de Perfusão

As Bombas de Perfusão, denominadas comumente como Bombas Infusoras, são dispositivos médicos utilizados para a administração de fluídos no corpo humano, desde componentes do sangue, fármacos, nutrientes, entre outros.

O utilizador deste equipamento pode selecionar na bomba o volume da substância que pretende administrar, durante quanto tempo deseja fazer essa administração, e ainda, a que taxa, sendo esta normalmente em ml/h.

Para efetuarem a sua função, necessitam de um acessório característico de cada tipo de Bomba Perfusora, denominado de Sistema de Perfusão. Estas dividem-se em três tipos [29]:

- volumétricas;
- com seringa;
- elastoméricas.

Em contexto de estágio, apenas existiu contacto com as volumétricas e com seringa, pelo que apenas essas são abordadas em detalhe.

Bombas de Perfusão Volumétricas

Este tipo de bomba (Figura 3.14(a)) é utilizada essencialmente para administração de fármacos e alimentação.

O sistema de perfusão utilizado é constituído por um recipiente, que contém a substância a ser administrada, uma câmara de gotas com uma membrana hidrofílica

com filtro de pequenas partículas, e a linha, onde passam os fluidos (Figura 3.14(b)) [30].



(a) Bomba de Perfusão Volumétrica.



(b) Sistema de perfusão de uma Bomba Volumétrica.

Figura 3.14: Bomba de Perfusão Volumétrica e Sistema de Infusão.

A linha do sistema de perfusão é encaixada dentro da bomba, ficando em contacto com um mecanismo que efetua movimentos peristálticos responsáveis pelo fluxo da solução no interior da linha (Figura 3.15).



Figura 3.15: Bomba de Perfusão Volumétrica - Mecanismo com movimentos peristálticos.

Entre outros componentes, possuem também alguns sensores nomeadamente sensor conta gotas, sensor de oclusão e sensor de ar na linha. Estes sensores permitem contar o número de gotas, detetar uma oclusão e detetar ar na linha, respetivamente.

Bombas de Perfusão com Seringa

Este tipo de bomba é indicado para soluções de pequenos volumes e quando a infusão requer uma maior exatidão [30].

O sistema de perfusão indicado para estas bombas é a seringa compatível com cada modelo. A seringa deve então ser inserida na bomba, em que o êmbolo da seringa deve encaixar no braço da bomba. Este braço possui um motor responsável pelo movimento da seringa e consequentemente a injeção da solução (Figura 3.16).



Figura 3.16: Bomba de Perfusão com seringa.

Assim como as Bombas Volumétricas, permite definir o volume de solução que se pretende administrar, o tempo dessa administração e a taxa, também em ml/h. Esta possui também um alarme no caso de existir oclusão.

3.3.1 Informação Normativa

A norma associada às Bombas de Perfusão é a **IEC 60601-2-24 - Requisitos particulares para a segurança básica e desempenho essencial de bombas de infusão e controladores**, que se refere à segurança básica e desempenho essencial deste tipo de equipamento.

Esta norma é constituída por requisitos gerais para os testes de Bombas de Perfusão, assim como a classificação deste tipo de equipamento. A definição de métodos de proteção contra riscos mecânicos e elétricos, temperaturas excessivas e outros perigos, é também um dos conteúdos da mesma.

3.3.2 Manutenção Preventiva

Semelhante aos Monitores de Sinais Vitais, a empresa possui uma *checklist* com as tarefas que devem ser efetuadas na manutenção preventiva das Bombas de Perfusão, que depois são adaptadas a cada marca e modelo. Como podemos observar na Figura 3.17, essas tarefas são semelhantes às efetuadas nos Monitores de Sinais Vitais, sendo adaptadas às características das Bombas Infusoras.

De seguida é feita uma descrição mais aprofundada do procedimento efetuado para realizar a verificação das funcionalidades e dos testes de alarmes.

Dado que algumas das tarefas são comuns com as dos Monitores de Sinais Vitais, de seguida são apenas abordadas as tarefas que, devido às funcionalidades do equipamento, diferem na forma como são efetuadas.

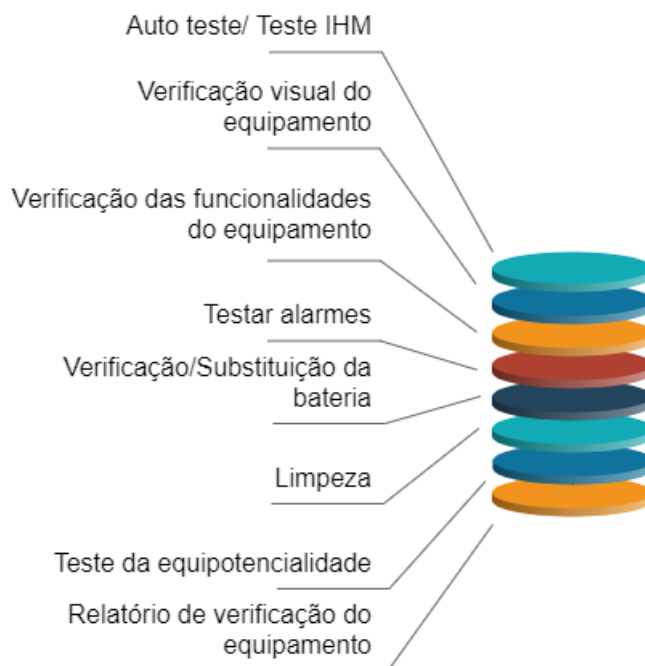


Figura 3.17: Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para uma Bomba Infusora.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

Nesta etapa as funcionalidades do equipamento são aferidas.

Utilizando uma solução aquosa e um sistema de perfusão compatível com o equipamento a testar, realiza-se uma infusão, verificando no final se os valores de tempo de infusão e a solução infundida correspondem aos previamente programados.

Além disso, é efetuada uma verificação do valor de oclusão da Bomba Perfusora. Para tal, coloca-se o aparelho de medição de pressão no final da linha do sistema de perfusão, e verifica-se se o valor lido no aparelho de medição corresponde ao valor selecionado na Bomba Infusora (Figura 3.18).



Figura 3.18: Medição da pressão de oclusão numa Bomba de Perfusão.

Testar Alarmes

Como mencionado anteriormente, as Bombas de Perfusão possuem uma série de alarmes.

Com o intuito de testar o alarme de ar na linha, é colocado na Bomba de Perfusão um sistema que contém ar e verifica-se se esse alarme é realmente acionado.

Da mesma forma, para testar o alarme de oclusão, é provocada uma oclusão na linha do sistema e é esperado que o alarme seja acionado.

Em algumas Bombas de Perfusão volumétricas existe também um alarme quando o sensor de conta gotas não está no devido local, sendo que para testar este alarme é apenas necessário colocar esse sensor no local errado.

3.3.3 Manutenção Corretiva

No decorrer do estágio foram efetuadas algumas manutenções corretivas às Bombas de Perfusão. Na Figura 3.19 encontra-se um diagrama para uma pré-visualização do procedimento realizado numa manutenção corretiva a uma Bomba de Perfusão volumétrica *Ampall*, seguida de uma descrição mais detalhada desse procedimento.

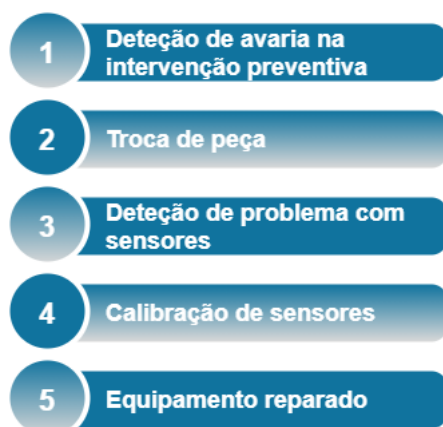


Figura 3.19: Processo de reparação adotado para a Bomba de Perfusão Volumétrica *Ampall*.

Durante uma manutenção preventiva a esta Bomba Infusora (Figura 3.20(a)) na fase da verificação visual do equipamento, observou-se que esta possuía uma peça partida (Figura 3.20(b)). Essa peça é fundamental no seu funcionamento, uma vez que, está em contacto direto com a linha do sistema de infusão, fazendo parte do mecanismo de bomba peristáltica.



(a) Bomba de Perfusão volumétrica.



(b) Peça partida de Bomba de Perfusão volumétrica.

Figura 3.20: Bomba de Perfusão volumétrica *Ampall*.

Visto que, existia uma bomba idêntica dada sem reparação, com uma peça igual em bom estado, procedeu-se à sua substituição. Posteriormente, foram efetuados os testes de funcionamento da Bomba Infusora, no entanto, foi notado que esta não estava a alarmar nas ocasiões corretas.

Para além disso, constatou-se que existia uma diferença significativa entre o valor dos débitos definidos e o valor medido. Como tal, consultando o manual de serviço do equipamento, procedeu-se à calibração de alguns parâmetros, designadamente

calibração do valor de débitos, calibração do sensor de ar na linha e calibração do sensor de oclusão.

Após a calibração foram efetuados novamente os testes de funcionamento do equipamento, concluindo-se que os valores dos débitos estavam de acordo com o pretendido, assim como os alarmes, sendo acionados quando necessário.

Além desta avaria, detetou-se ainda que a bateria se encontrava em mau estado, procedendo-se à sua substituição.

De seguida, executaram-se os testes finais e limpeza do equipamento ficando concluída a reparação do mesmo.

3.4 Estação de Anestesia

Uma Estação de Anestesia, normalmente encontrada no bloco operatório, é composta por um conjunto de equipamentos integrados utilizados durante uma cirurgia (Figura 3.21). Esta tem como funções a mistura de gases anestésicos a aplicar ao doente, efetuar a ventilação e monitorização do mesmo.



Figura 3.21: Estação de Anestesia.

A ventilação pode ser efetuada de forma manual ou automática, sendo que, na automática existe a ventilação controlada por volume e a ventilação controlada por pressão. Cada uma destas é ainda dividida em alguns subtipos. O tipo de ventilação utilizada é normalmente escolhida pelo médico anestesista em função das necessidades do doente.

Uma Estação de Anestesia possui um monitor que permite verificar a concentração de gases, como o dióxido de carbono, o oxigénio e gases anestésicos, os volumes respiratórios, o rácio entre a inspiração e expiração, e ainda, a frequência das respirações, e os valores das pressões (Figura 3.22). O utilizador é que escolhe quais

os parâmetros que pretende ver e acompanhar. Este monitor também possui alarmes, quando os valores destes parâmetros saem da gama de valores definidos.

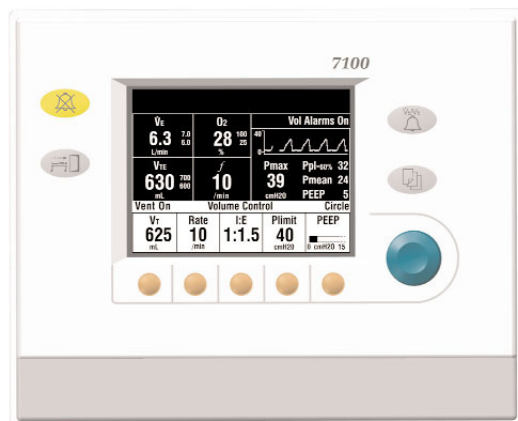


Figura 3.22: Alguns parâmetros da ventilação de um paciente.

Normalmente, o Monitor de Sinais Vitais também faz parte da Estação de Anestesia, permitindo acompanhar os sinais vitais do paciente.

As Estações de Anestesia mais antigas ou mais simples (Figura 3.23) possuem apenas a funcionalidade de mistura e administração de gases anestésicos e controlo da ventilação, sendo necessário um Monitor de Sinais Vitais externo para monitorizar os parâmetros vitais do paciente.



Figura 3.23: Estação de Anestesia mais antiga.

3.4.1 Informação Normativa

As principais normas associadas às Estações de Anestesia são a **ISO 80601-2-13** e a **ISO 80601-2-55**.

A norma **ISO 80601-2-13 - Requisitos particulares para segurança básica e desempenho essencial de uma estação de trabalho anestésico**, tem como principal objetivo instaurar a segurança básica e desempenho essencial deste tipo de equipamento. Esta norma aplica-se a qualquer equipamento que mesmo que funcione individualmente, seja projetado pelo fabricante para funcionar conectado a uma Estação de Anestesia [31].

Por outro lado, a **ISO 80601-2-55 - Requisitos particulares para a segurança básica e desempenho essencial de monitores de gases respiratórios**, refere-se à segurança e desempenho de monitores de gases respiratórios. Esta norma aplica-se a equipamentos de monitorização de gás anestésico, dióxido de carbono e oxigénio. Esta norma é aplicável aos equipamentos usado de forma individual ou associados a um Ventilador ou Estação de Diagnóstico [32].

3.4.2 Manutenção Preventiva

No decorrer do estágio foram realizadas algumas manutenções preventivas a Estações de Anestesia. Na Figura 3.24, pode-se observar o diagrama que contém o conjunto de tarefas efetuadas.

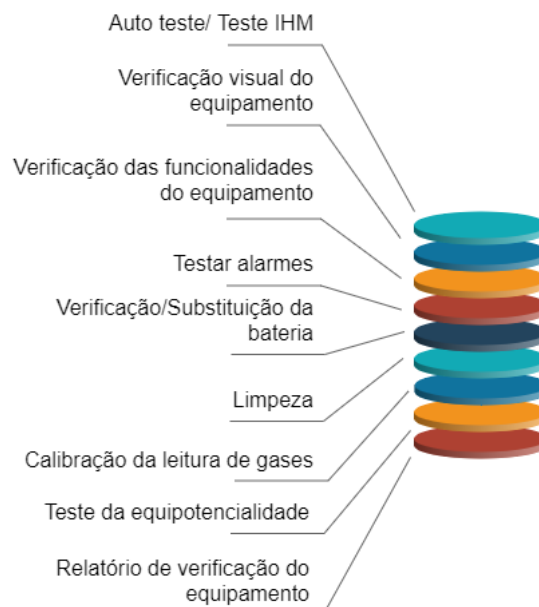


Figura 3.24: Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de uma Estação de Anestesia.

Algumas destas tarefas são comuns às tarefas dos equipamentos mencionados na Secção 3.2 e 3.3, sendo adaptadas às funcionalidades das Estações de Anestesia.

De seguida é feita uma descrição das tarefas que, devido às funcionalidades do equipamento, diferem na forma como são realizadas.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

Para auxílio na verificação das funcionalidades de uma Estação de Anestesia, além dos acessórios da própria estação, é utilizado um pulmão de teste (Figura 3.25) e o aparelho de teste analisador de fluxo respiratório.



Figura 3.25: Pulmão de teste.

O aparelho de teste é colocado entre o final do circuito respiratório e o pulmão de teste que desempenha a função do pulmão humano (Figura 3.26). De seguida, são configurados no ventilador os parâmetros que se pretendem e é espetável que os valores lidos no aparelho de teste sejam semelhantes, tendo sempre em conta o erro associado que deve ser consultado no manual do equipamento.

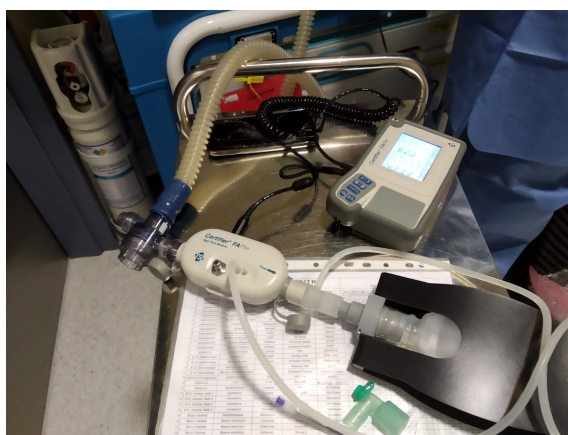


Figura 3.26: Ligação do aparelho de teste e pulmão de teste a uma Estação de Anestesia.

Limpeza

Nas Estações de Anestesia, semelhante aos equipamentos anteriores, deve efetuar-se a abertura do equipamento uma vez por ano, limpando todo o pó que se encontre

dentro do equipamento, neste equipamento este processo costuma ser feito num dia em que o bloco operatório não se encontre em funcionamento, uma vez que é um processo demorado.

Os filtros de ar e poeiras devem ser limpos sempre que necessário (Figura 3.27).

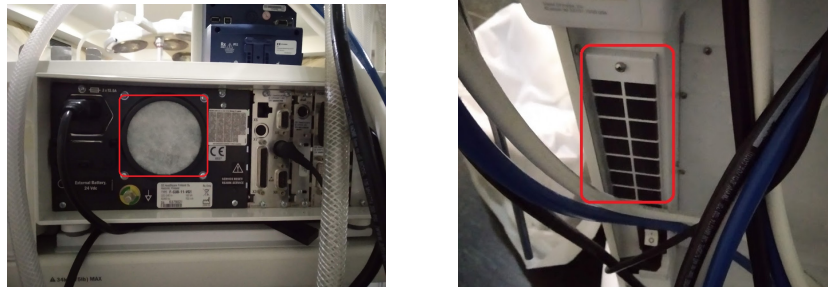
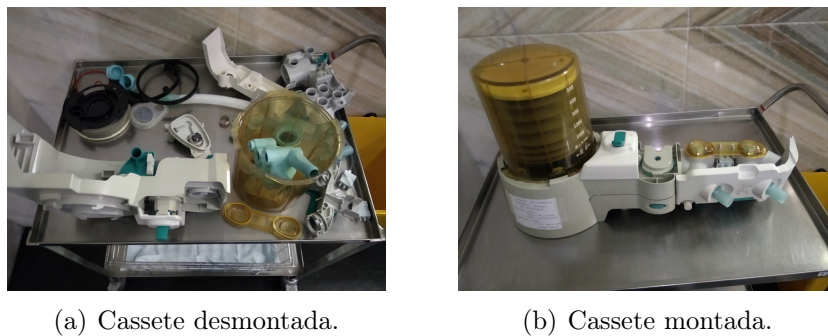


Figura 3.27: Filtros da Estação de Anestesia.

Além disso, mensalmente, procede-se à esterilização do sistema respiratório ABS, comumente chamado de cassette. Este sistema varia em função da marca e modelo do equipamento.

Para proceder à sua esterilização, a cassette deve ser retirada do equipamento, desmontada, esterilizada e montada novamente. Após montada e encaixada no equipamento, são efetuados testes de fugas para verificar se esta se encontra operacional. A cassette da Figura 3.28, pertence a uma Estação de Anestesia com a qual existiu maior contacto durante o estágio.



(a) Cassete desmontada.

(b) Cassete montada.

Figura 3.28: Sistema Respiratório ABS de uma Estação de Anestesia *Datex Ohmeda*.

Calibração da Leitura de Gases

Quando se nota uma discrepância nos valores da leitura de gases, deve-se prosseguir com a sua calibração. Esta calibração é efetuada utilizando um cilindro que contém o gás que se pretende calibrar. A quantidade desse gás é descrita no rótulo do cilindro sendo que o valor lido pelo equipamento deve ser ajustado em função desse valor.

3.4.3 Manutenção Corretiva

Como já mencionado, no decorrer do estágio existiu um maior contacto com Estações de Anestesia *Datex Ohmeda* (Figura 3.29) e como tal foi neste equipamento que ocorreu a intervenção corretiva descrita de seguida.



Figura 3.29: Estação de anestesia *Datex Ohmeda*.

No decorrer de uma manutenção preventiva, observou-se que no monitor da Estação de Anestesia se encontrava uma mensagem de erro *SRAM error*.

Na Figura 3.30, encontra-se um diagrama para uma pré-vizualização do processo de reparação adaptado.

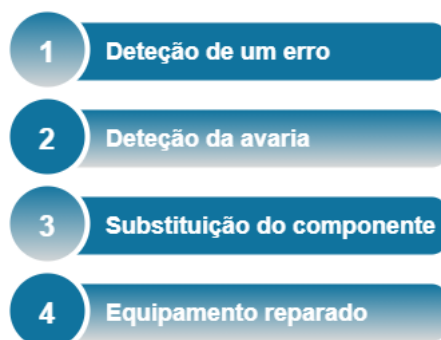


Figura 3.30: Processo de reparação adotado para a Estação de Anestesia *Datex Ohmeda*.

Após a consulta do manual do equipamento, ficou perceptível que este seria um problema de mau funcionamento da memória. A resolução deste problema passa por realizar a troca da bateria SRAM/Timekeeper que se encontra na placa CPU do equipamento (Figura 3.31).

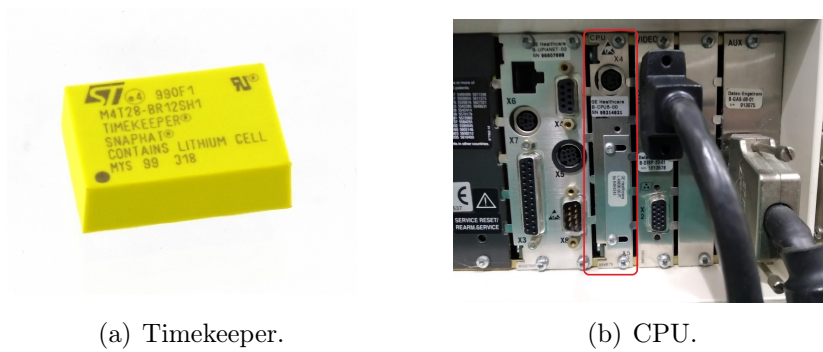


Figura 3.31: Timekeeper e CPU da Estação de Anestesia *Datex Ohmeda*.

Foi necessário desconectar todos os acessórios e cabos da Estação de Anestesia e retirar todas as placas da Figura 3.31(b) para conseguir tirar a placa pretendida. Após retirar a placa CPU procedeu-se à substituição do Timekeeper antigo por um novo, e como recomendado pelo manual do equipamento, efetuou-se um reset ao equipamento.

Efetuaram-se os testes de funcionamento ao equipamento e verificou-se que a mensagem de erro fora eliminada. Deu-se por concluída a reparação do equipamento.

3.5 Ventilador Portátil

Um Ventilador Portátil (Figura 3.32) é um dispositivo indicado para auxiliar ou controlar a respiração do paciente, efetuando a monitorização de alguns dos principais parâmetros respiratórios.



Figura 3.32: Ventilador portátil.

Possui alarmes visuais e auditivos, e tendo em conta que não depende de uma fonte de alimentação é bastante utilizado em situações de emergência. Possui a hipótese de utilizar ventilação controlada por volume ou por pressão, sendo adaptável a adultos e crianças.

3.5.1 Informação Normativa

A principal norma associada a este equipamento é a **ISO 80601-2-84 - Requisitos específicos para a segurança básica e desempenho essencial de ventiladores para o ambiente de serviços médicos de emergência**. Esta norma refere-se a conceitos de segurança básica e desempenho essencial de ventiladores de emergência e respetivos acessórios [33].

3.5.2 Manutenção Preventiva

As tarefas efetuadas na manutenção preventiva dos ventiladores (Figura 3.33) são semelhantes às dos Monitores de Sinais Vitais, no entanto, como nos equipamentos mencionados anteriormente, são adaptadas às características e funcionalidades de um Ventilador.

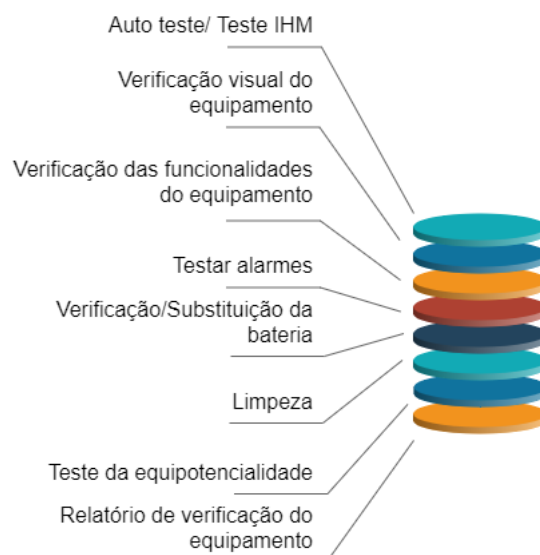


Figura 3.33: Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de um Ventilador portátil.

O pulmão de teste e o analisador de fluxo respiratório são os dois dispositivos de teste utilizados para verificar se os volumes respiratórios e restantes parâmetros configuráveis do equipamento se encontram em conformidade (Figura 3.34). A verificação dos volumes respiratórios do ventilador é realizada da mesma forma que nas Estações de Anestesia.



Figura 3.34: Verificação das funcionalidades do ventilador.

3.5.3 Manutenção Corretiva

Além das manutenções preventivas efetuadas a este equipamento, foi também feita uma manutenção corretiva. O equipamento intervencionado foi o Ventilador portátil *Spencer 170* (Figura 3.35).



Figura 3.35: Ventilador portátil *Spencer 170*.

Este encontrava-se nas instalações da empresa devido à bateria e à pilha de *backup*, e foi realizado o procedimento que se encontra no diagrama da Figura 3.36.

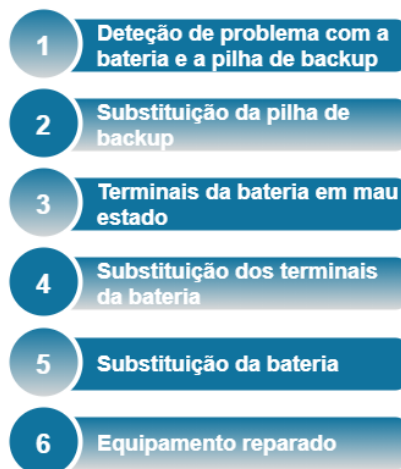


Figura 3.36: Processo de reparação adotado para o Ventilador portátil *Spencer 170*.

Verificou-se que a pilha de *backup* e a bateria do equipamento necessitavam de

ser substituídas. Foi substituída a pilha de *backup* e quando se ia substituir a bateria reparou-se que os seus terminais se encontravam degradados. Foi então necessário cortar os terminais antigos e soldar os novos de forma a conseguir colocar a bateria nova (Figura 3.37).



(a) Terminais da bateria do Ventilador partidos.



(b) Terminais novos.



(c) Bateria conectada no ventilador com os terminais novos.

Figura 3.37: Troca de bateria e terminais do Ventilador portátil *Spencer 170*.

Após a devida limpeza e os testes de funcionamento, o equipamento foi dado como reparado.

3.6 Cama Hospitalar

As Camas Hospitalares são um equipamento bastante utilizado no meio hospitalar, seja para transporte de doentes com algum tipo de incapacidade, ou em contexto de internamento (Figura 3.38).



Figura 3.38: Cama Hospitalar.

Tipicamente, são camas elétricas e reguláveis para várias posições.

A bateria e o cabo de alimentação fazem parte de uma Cama Hospitalar elétrica. Além disso, possuem quatro rodas com um sistema de travagem, sendo que, pelo menos uma destas rodas é antiestática. O sistema de travagem permite que a cama fique estática no mesmo local, quando está travada, ou que faça o transporte dos doentes, quando destravada. Possui ainda um travamento intermédio, em que apenas uma das rodas fica travada para que a cama possa ser facilmente movimentada por uma só pessoa.

Os componentes principais que estão envolvidos no movimento e posicionamento da cama são o motor, que faz o movimento das diversas partes da cama, o comando, a centralina responsável pela comunicação entre o comando e os motores e, em alguns modelos, a caixa de bloqueios ou também chamado de controlo remoto, que permite bloquear ou acionar o comando para certas posições da cama (Figura 3.39).



Figura 3.39: Componentes envolvidos no posicionamento de uma Cama Hospitalar.

3.6.1 Informação Normativa

A principal norma associada a Camas Hospitalares é a **IEC 60601-2-52 - Requisitos particulares para a segurança básica e desempenho essencial de camas médicas**, que apresenta como objetivo principal estabelecer a segurança básica e *performance* essencial de Camas Hospitalares, utilizadas para apoio de pacientes doentes ou com deficiências [34].

3.6.2 Manutenção Preventiva

A Camas Hospitalares são um equipamento de muita utilização e de fácil deterioramento ao longo do tempo, sendo assim o papel da manutenção preventiva muito importante. Estas devem ter várias intervenções preventivas, no entanto, visto que são um equipamento indispensável no internamento e tendo em conta que a disponibilidade de intervenção é muito reduzida, pelo menos uma vez por ano deve ser feita uma manutenção mais aprofundada cumprindo todas as tarefas que se apresentam no diagrama da Figura 3.40.

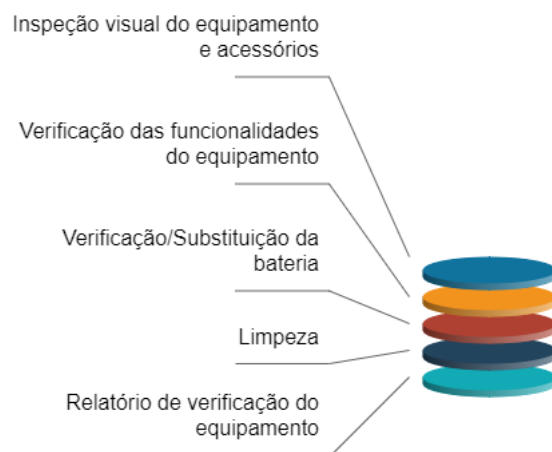


Figura 3.40: Tarefas gerais para Manutenção Preventiva de Camas Hospitalares.

Inspeção Visual do Equipamento e Acessórios

Inicialmente deve ser efetuada uma inspeção visual do equipamento de forma a verificar que não apresenta nenhum componente partido ou danificado, colocando em risco a segurança ou o correto funcionamento da Cama.

O cabo de alimentação, o comando e as rodas da cama devem também ser visualmente verificadas, uma vez que, o cabo de alimentação e o fio do comando fica descarnado com muita frequência, e as rodas perdem o enchimento de borracha.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

Nesta fase, deve-se verificar se a cama se encontra em correto funcionamento, conferir se esta realiza todos os movimentos, e testar os componentes da cama.

É também importante verificar se o sistema de travagem se encontra funcional.

Verificação/Substituição da Bateria

O procedimento de verificação das baterias deve ser idêntico aos equipamentos mencionados anteriormente. Sempre que for detetado um problema com a bateria, esta deve ser substituída.

Limpeza

A limpeza é também uma tarefa importante. Além de limpar todos os componentes da cama, deve também verificar-se todos os parafusos e caso necessário apertá-los. É também importante, sempre que necessário, lubrificar todas as partes móveis do equipamento.

Por fim, deve ser elaborado o **relatório de verificação do equipamento**.

3.6.3 Manutenção Corretiva

No decorrer de uma verificação preventiva a várias Camas Hospitalares foram detetadas algumas anomalias que necessitavam de ser corrigidas.

Como tal, foi efetuada a substituição de alguns comandos, por se encontrarem com o fio descarnado, algumas rodas que se encontravam sem o enchimento de borracha, e ainda de algumas baterias danificadas.

Além disso, foi também efetuada a reparação de um motor responsável por alguns movimentos de uma Cama Hospitalar. A Figura 3.41 pretende mostrar uma pré-visualização do procedimento adotado para a reparação do motor.

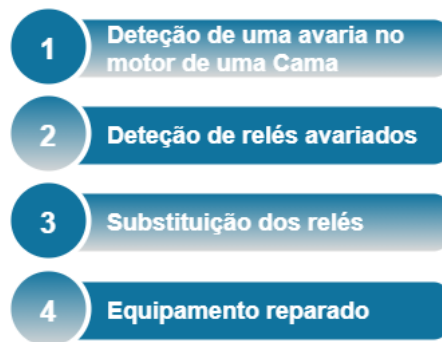


Figura 3.41: Processo de reparação adotado para o motor de uma Cama Hospitalar.

O motor encontrava-se nas instalações da empresa por não efetuar os movimentos pretendidos. Este foi aberto, ligado à alimentação e posteriormente conectou-se um comando de forma a perceber o comportamento do motor quando este era acionado (Figura 3.42). Observou-se que não fazia qualquer movimento.

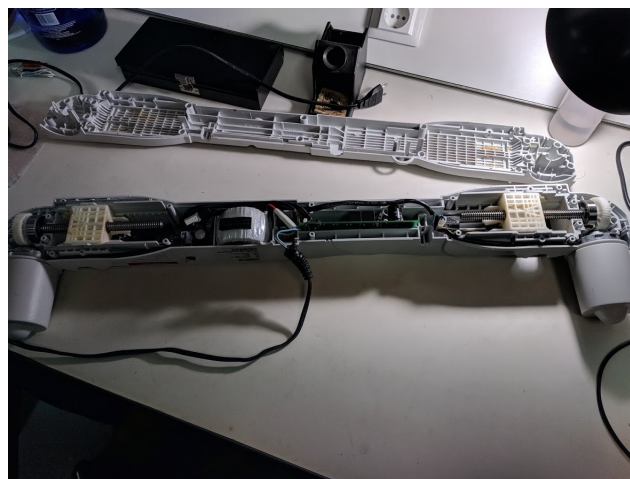


Figura 3.42: Motor de uma Cama Hospitalar aberto.

Tendo em conta que os relés (Figura 3.43) são uma recorrente avaria e uma possível causa para este problema, estes foram dessoldados e testados individualmente

com uma fonte de alimentação. Ficou perceptível que alguns deles se encontravam danificados.

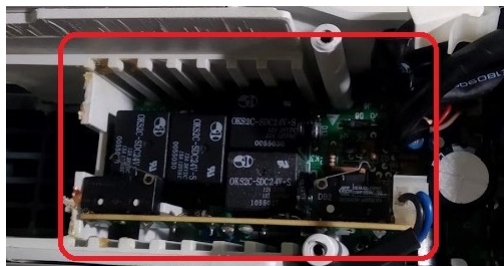


Figura 3.43: Relés do motor de uma Cama Hospitalar.

Visto que, como mencionado anteriormente, este é um problema recorrente, optou-se por efetuar a substituição de todos os relés, sendo soldados relés novos na placa. Foi feito novamente o teste com o comando e verificou-se que o motor se encontrava funcional. Este foi fechado e limpo, dando-se por concluída a sua reparação.

3.7 Equipamento de Eletroterapia

Um equipamento de Eletroterapia (Figura 3.44) é um dispositivo que utiliza ondas elétricas para tratamento eletroterapêutico. Este tipo de tratamento é benéfico para problemas como o inchaço, a dor, espasmos, e pode ser utilizado também para fortalecimento muscular.



Figura 3.44: Exemplo de equipamentos de Eletroterapia.

Cada dispositivo possui diferentes programas, com correntes de diferentes amplitudes e frequências, adaptada a cada tipo de problema (Figura 3.45).

A corrente elétrica é transmitida ao paciente através de elétrodos que são colocados na superfície da pele, em locais estratégicos em função do tipo de tratamento.

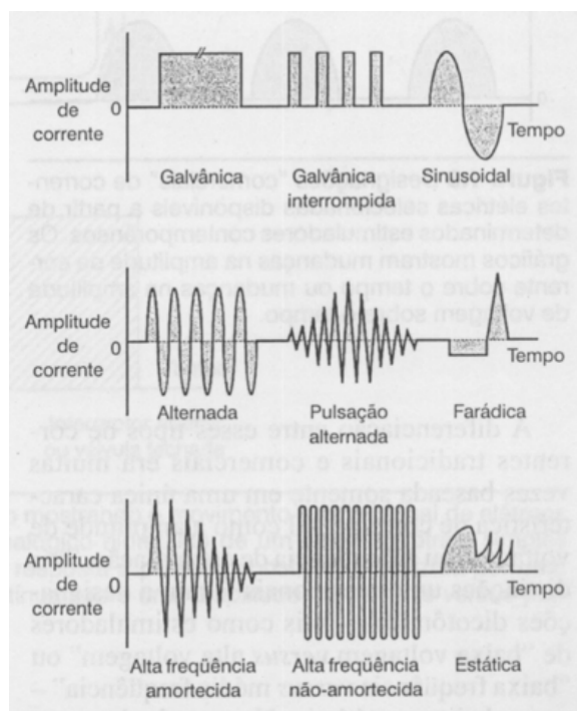


Figura 3.45: Tipos de correntes utilizadas na eletroterapia [1].

3.7.1 Informação Normativa

A principal norma associada aos equipamentos de Eletroterapia é a norma **IEC 60601-2-3 - Requisitos específicos para a segurança básica e desempenho essencial do equipamento de terapia por ondas curtas**, que apresenta como objetivo designar quais os requisitos de segurança e *performance* essencial dos mesmos.

Os equipamentos abrangidos por esta norma são aqueles que para efetuar o tratamento terapêutico aplicam campos elétricos ou magnéticos com frequência na gama dos 13MHz a 45MHz [35].

3.7.2 Manutenção Preventiva

Ao longo do estágio foram realizadas algumas intervenções de manutenção preventiva a vários equipamentos de Eletroterapia.

As tarefas a realizar nestas ações de manutenção, como podemos observar na Figura 3.46, são idênticas às tarefas dos Monitores de Sinais Vitais. Assim, o procedimento de execução dessas tarefas é o mesmo adaptado às funcionalidades e características dos equipamentos de Eletroterapia, sendo de seguida feita uma descrição do procedimento para testar as funcionalidades do equipamento e os alarmes.

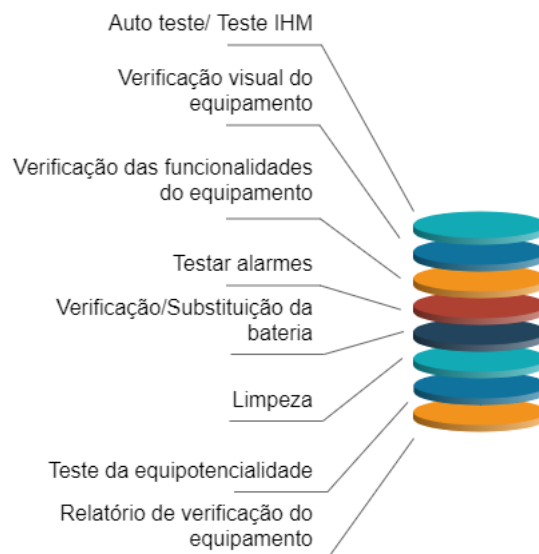


Figura 3.46: Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um equipamento de Eletroterapia.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

Nesta etapa pretende-se verificar se o equipamento se encontra funcional. Para isso, faz parte do procedimento de manutenção adotado na empresa verificar se num determinado programa do equipamento a corrente varia quando o utilizador aumenta ou diminui a intensidade do tratamento.

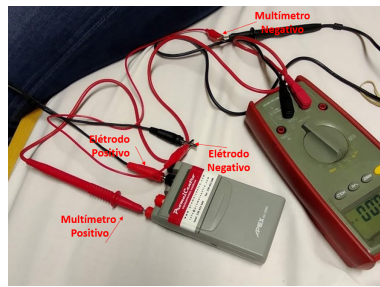
Assim sendo, os cabos dos elétrodos do equipamento são ligados a um equipamento que possui uma resistência (para simular o efeito da resistência humana), e a um multímetro digital (para medir a corrente) (Figura 3.47).



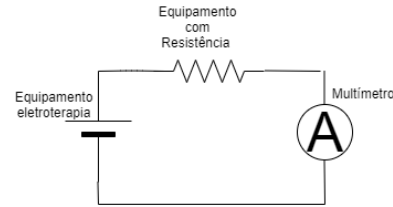
Figura 3.47: Multímetro digital e equipamento com resistência interna.

É escolhido um programa de tratamento, e altera-se a intensidade para verificar o que acontece ao valor medido no multímetro. Como se pode visualizar na Figura 3.48(a), para efetuar esta medição, o fio positivo dos elétrodos (ligados ao equipamento de eletroterapia), e o positivo do multímetro ligam ao equipamento com resistência

interna, e o negativo do multímetro liga ao negativo do fio dos eletrodos, de forma a realizar o esquema elétrico da Figura 3.48(b).



(a) Ligações do equipamento de Eletroterapia ao multímetro e equipamento com resistência interna.



(b) Circuito elétrico das ligações para testar o equipamento de Eletroterapia.

Figura 3.48: Teste das funcionalidades do equipamento de eletroterapia.

Testar Alarmes

Normalmente, este tipo de equipamento possui um alarme de bateria fraca e não deve permitir que o utilizador inicie um tratamento sem ter os eletrodos conectados. Posto isto, é importante verificar se esses alarmes se encontram funcionais para a conformidade do equipamento.

Com os eletrodos desconectados, é escolhido um dos programas do equipamento e tenta-se iniciar um tratamento. Uma vez que, os eletrodos não estão conectados o equipamento aciona um alarme para avisar o utilizador. É seguindo estes passos que o profissional de manutenção testa se o alarme é acionado ou não.

3.8 Desfibrilhador

Por vezes, quando o coração bate com impulsos elétricos rápidos e irregulares, ocorre uma fibrilhação ventricular que provoca uma descida a pique da pressão arterial, interrompendo a circulação do sangue até aos órgãos vitais. A falta de pulso e a paragem respiratória são as consequências de uma fibrilhação ventricular [36].

Um Desfibrilhador é um equipamento utilizado com o intuito de reverter uma fibrilhação ventricular. Utilizando duas placas metálicas, denominadas pás, em contacto com a parede torácica do paciente, são efetuadas descargas elétricas com o objetivo de restabelecer o seu ritmo cardíaco. Estas pás têm diferentes tamanhos, sendo adaptadas a adultos e crianças.

Pretende-se assim com este equipamento recuperar o ritmo cardíaco de uma pessoa o mais rápido possível de forma a não causar danos ou perdas de funções cardíacas e cerebrais.

Existem três tipos de Desfibrilhadores:

- desfibrilhador externo manual;
- desfibrilhador externo automático;
- desfibrilhador interno.

Um **Desfibrilhador externo manual** (Figura 3.49(a)) é um dispositivo que permite fazer uma análise do paciente, avaliando o ECG, SpO₂ e NIBP, e o operador do equipamento é que toma a decisão da carga que vai aplicar e se vai aplicar ou não.

Este tipo de equipamento possui duas pás adaptáveis a adulto ou criança (Figura 3.49(b)) e os acessórios necessários para a análise dos parâmetros do paciente, anteriormente mencionados. O ECG do paciente pode ser obtido pelo cabo ECG ou pelas próprias pás. Possui ainda uma bateria, que permite efetuar as descargas elétricas sem o equipamento estar ligado à alimentação.



(a) Desfibrilhador externo manual.



(b) Pás de um Desfibrilhador.

Figura 3.49: Desfibrilhador externo manual e respectivas pás.

Um **Desfibrilhador Externo Automático (DAE)** (Figura 3.50(a)), tal como o nome indica, é automático, sendo o próprio equipamento que avalia a atividade cardíaca do paciente e em função disso decide qual deve ser a descarga aplicada, sendo o operador apenas responsável por carregar no botão para efetuar essa descarga elétrica.

Nestes equipamentos, a descarga é realizada utilizando elétrodos descartáveis colados no peito do paciente (Figura 3.50(b)). É também através desses elétrodos que o equipamento faz a avaliação cardíaca do paciente.

Existem equipamentos que possuem a configuração do Desfibrilhador externo manual e do DAE, podendo ser utilizado como Desfibrilhador externo manual ou DAE.

O **Desfibrilhador interno**, é um dispositivo implantado no peito do paciente. Quando “percebe” uma arritmia, aplica um choque no coração.

No decorrer do estágio, existiu contacto apenas com os Desfibrilhadores externos manuais e DAE.



Figura 3.50: Desfibrilhador externo automático e respetivos eléktodos.

3.8.1 Informação Normativa

A principal norma associada aos Desfibrilhadores é a **IEC 60601-2-4 - Requisitos particulares para a segurança básica e desempenho essencial de desfibriladores cardíacos**, que apresenta requisitos de segurança e desempenho essencial para os Desfibrilhadores. Esta não se refere a desfibrilhadores internos. Esta norma refere a classificação deste tipo de equipamento e respetivos sistemas, assim como requisitos para o detetor de reconhecimento cardíaco, entre outros aspetos.

3.8.2 Manutenção Preventiva

Semelhante ao procedimento adotado para os equipamentos de eletroterapia, o processo e conjunto de tarefas efetuadas na manutenção preventiva de desfibrilhadores é idêntico ao conjunto de tarefas efetuadas na manutenção preventiva dos Monitores de Sinais Vitais (Figura 3.51), no entanto, devem ser adaptadas em função das características dos Desfibrilhadores.

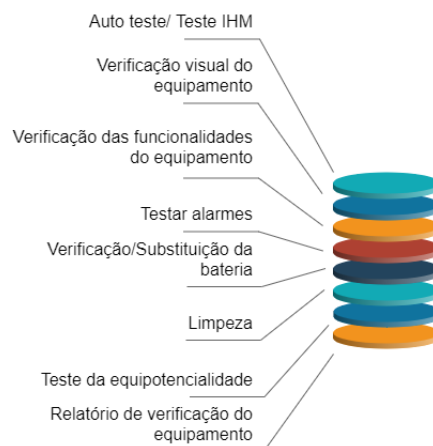


Figura 3.51: Tarefas gerais de Manutenção Preventiva para um Desfibrilhador.

Na **verificação visual do equipamento**, além da verificação visual dos acessórios e do chassi, deve também verificar-se a data de validade dos elétrodos descartáveis. De seguida, é feita uma descrição detalhada da verificação das funcionalidades do equipamento e do teste de alarmes.

Verificação das Funcionalidades do Equipamento

No decorrer do estágio, os Desfibrilhadores com o qual existiu maior contacto foram os Desfibrilhadores apresentados na Figura 3.52. Este equipamento possui o modo manual e o DAE.



Figura 3.52: Desfibrilhador *Primedic DefiMonitor*.

A verificação da funcionalidades do mesmo é efetuada com o auxílio do equipamento analisador de Desfibrilhadores DP-300.

De forma a verificar o modo manual do Desfibrilhador, são efetuadas através das pás descargas para o DP-300. É escolhido um valor de energia no Desfibrilhador, entre 5 J e 360 J, e efetuada a descarga. O valor de energia lido no equipamento analisador deve ser idêntico ao valor escolhido no Desfibrilhador (Figura3.53) tendo sempre um erro associado que deve estar de acordo com o manual do equipamento.

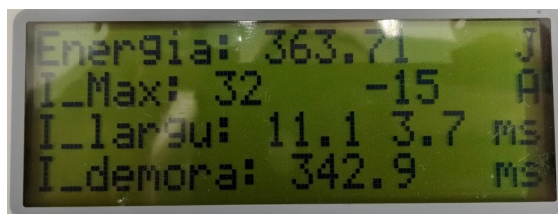


Figura 3.53: Valor lido no analisador de Desfibrilhadores depois de uma descarga de 360 J.

Para o modo automático, é escolhido um ritmo cardíaco desfibrilhável no equipamento de teste, e o desfibrilhador deve recomendar o choque. Normalmente, os DAE na primeira descarga aconselham uma energia mais baixa, aumentando esse valor com o aumento do número de desfibrilhações efetuadas ao mesmo paciente. Deve

ainda verificar-se que o equipamento lê os valores de ECG através do cabo de ECG e também através das pás. Para verificar os parâmetros SpO_2 e o NIBP são utilizados os simuladores multiparamétricos.

Testar Alarmes

Os Desfibrilhadores possuem alarme de bateria e ainda um aviso sonoro quando a ficha dos elétrodos não se encontra conectada ao equipamento, sendo importante desconectar os elétrodos e visualizar se efetivamente o equipamento possui o alarme.

Além disso, semelhante aos Monitores de Sinais Vitais, também existem alarmes para o SpO_2 e para NIBP, sendo efetuado esse teste da mesma forma que é feito para os Monitores de Sinais Vitais.

3.9 Unidade Dentária

Uma Unidade Dentária é um conjunto de dispositivos odontológicos fundamentais no consultório de um dentista.



Figura 3.54: Unidade Dentária.

Conforme pode ser observado na Figura 3.54, uma Unidade Dentária é constituída por uma cadeira, designada por cadeira dentária, normalmente elétrica e com um pedal para controlar as suas várias funções. Por norma, tem também um braço com uma bandeja onde são colocados os diferentes instrumentos dentários, e ainda algum equipamento hídrico. Possui ainda um candeeiro que desempenha um papel fundamental nas intervenções dentárias.

3.9.1 Informação Normativa

A norma **ISO 7494-1 - Unidades dentárias fixas e cadeiras odontológicas - Parte 1: Requisitos gerais**, é uma das principais normas associadas às Unidades Dentárias.

Esta norma tem como principal objetivo, especificar os requisitos e métodos de teste para Unidades Dentárias elétricas ou não elétricas. Também define os requisitos das instruções de utilização. No entanto, esta não se aplica a bancos do operador e ao equipamento odontológico portátil [37].

3.9.2 Manutenção Corretiva

Durante o estágio, foi realizada uma Manutenção Corretiva a uma Unidade Dentária. Na Figura 3.55, pode ser consultado o processo geral de reparação do equipamento.

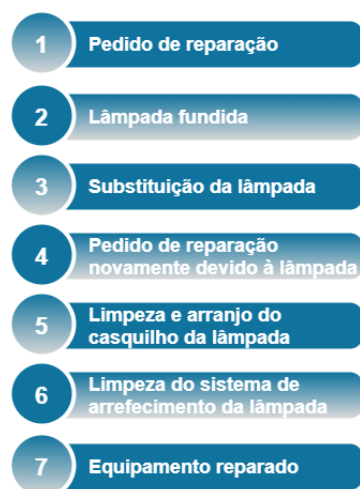


Figura 3.55: Processo de reparação adotado para uma Unidade Dentária.

Foi efetuado um pedido, pela responsável do serviço, para uma intervenção ao equipamento com a indicação de que a lâmpada do candeeiro não funcionava.

A lâmpada (Figura 3.56) foi verificada e concluiu-se que se encontrava fundida, procedendo-se de seguida à sua substituição. O manuseamento da lâmpada nunca deve ser diretamente com as mãos, utilizando-se um lenço de papel, de forma a que esta não fique com qualquer tipo de marca que afete o seu funcionamento.



Figura 3.56: Lâmpada da Unidade Dentária.

Passadas algumas horas, foi recebido novamente um pedido de reparação devido à lâmpada do equipamento não funcionar novamente. O candeeiro foi aberto e

verificou-se a lâmpada, concluindo-se que a mesma não se encontrava fundida, no entanto apresentava uma das partes metálicas de conexão queimada.

Posto isto, observou-se e desmontou-se o casquilho cerâmico (Figura 3.57) ficando perceptível que o metal que está em contacto com a lâmpada continha carvão e as molas no interior do casquilho estavam largas. Portanto as molas encontravam-se largas e não prendiam bem a lâmpada ficando ligeiramente solta fazendo contacto com casquilho apenas às vezes, o que provocou arcos elétricos entre a parte metal do casquilho e da lâmpada, ficando por isso queimados.



Figura 3.57: Casquilho de cerâmica da Unidade Dentária.

Foi feita uma limpeza às partes metálicas da lâmpada e do casquilho, as molas foram apertadas. Realizou-se também uma limpeza ao sistema de arrefecimento da lâmpada, ficando o equipamento reparado.

3.10 Resumo do Capítulo

Na Tabela 3.2 encontra-se uma síntese das normas e tarefas das manutenções preventivas associadas a cada equipamento descrito neste capítulo. Na Tabela 3.3 podem ser consultadas as avarias, causas e procedimentos para cada um desses equipamentos.

Tabela 3.2: Síntese das Normas e procedimentos de manutenção preventiva de cada equipamento intervencionado no decorrer do estágio.

<i>Equipamento</i>	<i>Normas</i>	<i>Manutenção Preventiva</i>
<i>Monitor de Sinais Vitais</i>	IEC 60601-2-27 IEC 60601-2-34 IEC 80601-2-30 IEC 80601-2-49 ISO 80601-2-61	Teste IHM Verificação visual Verificação das funcionalidades
<i>Bomba de Perfusão</i>	IEC 60601-2-24	Teste alarmes Verificação da bateria
<i>Ventilador Portátil</i>	ISO 80601-2-84	Limpeza Teste equipotencialidade Relatório de Verificação
<i>Equipamento de Eletroterapia</i>	ISO 80601-2-3	
<i>Desfibrilhador</i>	ISO 80601-2-4	
<i>Estação de Anestesia</i>	ISO 80601-2-13 ISO 80601-2-55	Teste IHM Verificação visual Verificação das funcionalidades Teste alarmes Verificação da bateria Limpeza Calibração de Gases Teste equipotencialidade Relatório de Verificação
<i>Cama Hospitalar</i>	IEC 60601-2-52	Inspeção visual do equipamento e acessórios Verificação das funcionalidades Verificação da bateria Limpeza Relatório de Verificação
<i>Unidade Dentária</i>	ISO 7494-1	-

Tabela 3.3: Síntese de cada avaria, causa e procedimento para cada equipamento intervencionado no decorrer do estágio.

<i>Equipamento</i>	<i>Avaria</i>	<i>Causa</i>	<i>Procedimentos</i>
<i>Monitor de Sinais Vitais</i>	Peça partida Erro ECG	Queda	Troca do chassi e da placa ECG
	Membrana do teclado danificada	Produtos utilizados na limpeza	Troca do teclado
<i>Bomba de Perfusão</i>	Peça partida Funcionamento incorreto dos sensores	Desgaste com o tempo	Troca da Peça Calibração dos sensores
<i>Ventilador Portátil</i>	Bateria e Pilha de <i>Backup</i>	Desgaste com o tempo	Substituição da Bateria e da Pilha
<i>Estação de Anestesia</i>	Erro S-RAM	-	Substituição do componente na placa do CPU do Equipamento
<i>Cama Hospitalar</i>	Relés do motor danificados	Desgaste com o tempo	Substituição dos relés
<i>Unidade Dentária</i>	Lâmpada e Casquilho danificados	Casquilho com os apoios largos Arco Elétrico	Limpeza e arranjo do casquilho e da lâmpada

Capítulo 4

Contributo para Situações de Emergência e de Doenças Infecto-Contagiosas

Neste Capítulo é dada uma breve definição de Agentes Biológicos e Doenças Infecto-Contagiosas (Secção 4.1). De seguida são abordados, na Secção 4.2, os procedimentos de segurança que os profissionais de manutenção devem seguir em situações de doenças Infecto-Contagiosas, fazendo-se uma descrição dos tipos de exposição e equipamentos de proteção individual. Na Secção 4.3, é abordada a questão de como se deve proceder para a eliminação de agentes biológicos presentes nos equipamentos, bem como das ferramentas usadas nos procedimentos de manutenção. Por fim, na Secção 4.4 é elaborado um breve resumo do capítulo.

4.1 Agentes Biológicos e Doenças Infecto-Contagiosas

São denominados de agentes biológicos os micro-organismos¹, geneticamente modificados ou não, as culturas de células e os endoparasitas humanos que podem provocar infeções, alergias ou intoxicações.

Os agentes biológicos são responsáveis por muitas das doenças infecto-contagiosas. Estes agentes sofrem uma classificação segundo o nível de risco infeccioso, que pode ser observada na Tabela 4.1 [38].

A Covid-19 é um exemplo de uma doença desta natureza, sendo provocada pelo vírus denominado de SARS-Cov-2. Este vírus é responsável por causar infeções associadas ao sistema respiratório, podendo revelar-se como uma gripe comum ou evoluir para algo mais grave como a pneumonia² [39].

¹Qualquer entidade microbiológica, celular ou não celular, dotada de capacidade de reprodução ou de transferência do material genético.

²Infeção respiratória grave.

Tabela 4.1: Classificação de agentes biológicos segundo o nível de risco infeccioso.

<i>Grupo do agente biológico</i>	<i>Nível de Risco Infeccioso</i>
1	Baixa probabilidade de causar doenças no ser humano.
2	Pode causar doenças no ser humano, Apresenta baixa probabilidade de se propagar, Normalmente com fácil tratamento e total eficácia das precauções higiénicas.
3	Pode causar doenças graves no ser humano, É fácil de se propagar, Mesmo que existam meios eficazes de tratamento e de precauções higiénicas.
4	Causa doenças graves no ser humano, Possui alta propagação, Em regra não existem meios eficazes de tratamento e de precauções higiénicas.

4.2 Procedimentos de Segurança

Em meio hospitalar, os profissionais de manutenção têm uma elevada probabilidade de contacto com este tipo de micro-organismos, sendo importante adotar determinados procedimentos de segurança, listados em seguida [38]:

1. Limitar o número de trabalhadores expostos ao ambiente de risco;
2. Garantir o distanciamento físico;
3. Não fumar, comer ou beber em locais com elevado risco de contaminação por agentes biológicos;
4. Fazer automonitorização;
5. Garantir o autoisolamento;
6. Fazer a higienização das mãos com solução antisséptica de base alcoólica ou água e sabão;
7. Utilização de equipamentos de proteção individual (EPI) sempre que necessário;
8. Antes de sair do local de trabalho, deve retirar o vestuário utilizado e os EPIs e colocá-los num local separado que seja adequado para tal.

4.2.1 Tipos de Exposição em Meio Hospitalar

Em meio hospitalar é praticamente inevitável a exposição dos profissionais de manutenção a ambientes de risco. Como tal, existem dois tipos de exposição: a de baixo risco (considerada quando não há uso de EPIs e quando não há um contacto direto com um doente infetado) e a de alto risco. Neste último caso, identificam-se os seguintes fatores de risco para o profissional de manutenção [2]:

- estar em contacto com um doente infetado sem uso de EPIs adequados, como exemplo, a reparação de um equipamento urgente, no quarto de um doente infetado, sem usar as devidas proteções;
- ter contacto, através de cavidades do sistema respiratório, com fluidos orgânicos de um doente infetado;
- encontrar-se desprotegido em ambientes laboratoriais que contenham amostras biológicas.

Existe uma abordagem que deve ser tomada para cada um dos tipos de exposição. Como se pode observar na Figura 4.1, deve ser efetuada uma vigilância de 14 dias, ativa ou passiva dependendo da exposição. Na Tabela 4.2 é feita uma descrição de cada tipo de vigilância.

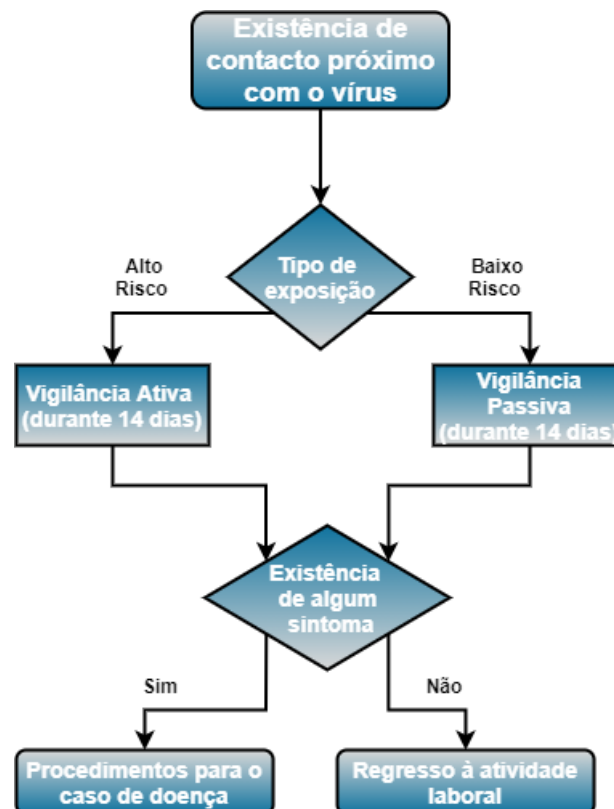


Figura 4.1: Abordagem em cada tipo de exposição, adaptado de [2].

Tabela 4.2: Descrição dos tipos de vigilância.

<i>Tipo de vigilância</i>	<i>Descrição</i>
Vigilância Passiva	Automonitorização diária Registo da temperatura corporal, duas vezes por dia Sem restrições laborais
Vigilância Ativa	Monitorização ativa pela autoridade de saúde local Automonitorização diária Registo da temperatura corporal, duas vezes por dia Isolamento profilático Restrições laborais

4.2.2 Equipamentos de Proteção Individual

Os EPIs são equipamentos que foram desenhados para a proteção individual contra riscos de saúde e segurança. Aquando do processo de fabrico devem cumprir determinados requisitos essenciais de segurança e seguir procedimentos adequados à certificação [40]. São exemplos de EPIs as máscaras, batas, luvas, entre outros.

É necessário manter a sustentabilidade do acesso a equipamentos de proteção individual e simultaneamente a proteção e segurança dos profissionais. Como tal existem 3 eixos importantes para que isto possa acontecer [41]:

1. diminuir a necessidade de utilizar EPIs;
2. utilização adequada dos EPIs;
3. otimizar o acesso aos EPIs.

Para diminuir a necessidade de utilização destes equipamentos, é importante, essencialmente, evitar a deslocação e contacto desnecessários entre os profissionais de saúde e doentes dentro da instituição.

Relativamente ao segundo ponto, o profissional deve utilizar o EPI com base no risco de exposição. Além disso, sempre que se encontre em meio hospitalar deve possuir máscara cirúrgica, sendo colocada aquando da entrada na instituição e substituída a cada 4 a 6 horas ou sempre que esta se encontre húmida. Para além da máscara, deve utilizar-se também luvas e avental quando em contacto com fluidos orgânicos.

Por fim, para o terceiro ponto, deve haver uma aquisição de EPIs controlada e de acordo com as orientações e normas da Direção Geral de Saúde (DGS), e ainda a gestão de equipamentos de proteção individual de acordo com os mecanismos de gestão da cadeia de fornecimento a nível nacional e internacional.

4.3 Eliminação de Agentes Biológicos dos Equipamentos e Ferramentas

Existem três conceitos quando se trata da descontaminação de dispositivos médicos e ferramentas:

- limpeza;
- desinfeção;
- esterilização.

A **Limpeza** remove matéria orgânica ou inorgânica de qualquer objeto ou superfície. Para limpar um determinado dispositivo deve utilizar-se água e detergente ou produtos enzimáticos³. Na sua eficácia máxima, a limpeza, deverá reduzir pelo menos 80% dos micro-organismos existentes.

A **Desinfeção** elimina a maior parte dos organismos patogénicos, colocando os objetos em máquinas de lavar e desinfetar ou por ação de produtos químicos, como por exemplo desinfetantes à base álcool e cloro. É importante que na escolha do desinfetante se tenha em atenção as recomendações do fabricante do equipamento a desinfetar. A utilização de máquinas de lavar apresenta um custo mais reduzido e um menor risco para o trabalhador, meio ambiente e utentes em relação ao uso de produtos químicos. A desinfeção reduz 90% a 99% dos micro-organismos dependendo do nível de desinfeção, baixo, intermédio ou alto. Os dispositivos devem ser previamente limpos para que a desinfeção seja mais eficaz.

A **esterilização** elimina quase todos os micro-organismos. Esta pode ser efetuada com o auxílio de um autoclave, ou através de processos químicos, como a utilização de alguns esterilizantes químicos. Estes esterilizantes químicos também podem fazer parte do processo de desinfeção no caso de serem utilizados durante menos tempo (desinfeção de alto nível) [42][3].

O tipo de descontaminação utilizada depende do nível de risco de cada equipamento, Tabela 4.3.

De acordo com esta tabela, tendo em conta que as ferramentas utilizadas na manutenção de equipamentos não têm contacto direto com o doente, para descontaminação das mesmas deve ser realizada a sua limpeza ou desinfeção química de baixo nível. Alguns equipamentos de eletromedicina, quando necessário, são submetidos a desinfeções de alto nível, por não ser possível serem submetidos, de uma forma segura, a um processo de esterilização com auxílio de um autoclave. O instrumental cirúrgico, considerado de alto risco ou crítico, é submetido a um processo de lavagem, desinfeção e posterior esterilização.

³Produtos com pH neutro e não corrosivo.

Tabela 4.3: Classificação dos Dispositivos Médicos e Equipamentos de acordo com o nível de risco de infecção, retirado de [3].

<i>Nível de Risco</i>	<i>Definição</i>	<i>Tipo de Descontaminação</i>	<i>Exemplos</i>
<i>Alto Risco ou Crítico</i>	Dispositivos que entram em contacto com o sistema vascular e tecidos estéreis.	Esterilização	Implantes Aglhas Sistemas de Soro
<i>Risco Intermédio ou Semi-Crítico</i>	Dispositivos que entram em contacto com mucosas ou pele não íntegra.	Esterilização ou Desinfecção Química de alto nível.	Endoscópios Laminas de Laringoscópios Tubos Endotraqueais
<i>Baixo Risco ou Não Crítico</i>	Dispositivos que entram em contacto com a pele íntegra, ou não entram em contacto com o doente.	Limpeza ou Desinfecção Química de baixo nível.	Estetoscópios Braçadeiras Marquesas

4.4 Resumo do Capítulo

Os agentes biológicos são responsáveis por grande parte das doenças infecto-contagiosas, sendo a Covid-19 um exemplo de uma doença desta natureza. Em meio hospitalar existe uma elevada probabilidade de contacto com este tipo de micro-organismos sendo importante seguir alguns procedimentos de segurança.

Perante a contaminação de dispositivos médicos e ferramentas, existem três conceitos quando se aborda a descontaminação, sendo eles a limpeza, desinfecção e esterilização. Cada um destes métodos deve ser utilizado em função do tipo de risco que o dispositivo ou ferramenta apresenta. Tipicamente, a limpeza deve ser utilizada em casos de baixo risco de contaminação, a desinfecção em casos de risco intermédio e a esterilização em casos de alto risco, sendo o método mais eficaz na eliminação de agentes biológicos.

Capítulo 5

Plataformas para Apoio à Gestão de Manutenção

Neste capítulo são abordados algumas soluções para o auxílio da gestão da manutenção, Secção 5.1. Posteriormente, na Secção 5.2, é feita uma abordagem mais detalhada de algumas dessas soluções, começando pelo Infreaspak (Subsecção 5.2.1), seguido do ValueKeep (Subsecção 5.2.2), terminando no FacilityBase (Subsecção 5.2.3). Por fim, na Secção 5.3 é apresentada uma tabela com uma síntese das três ferramentas descritas na secção anterior.

5.1 Soluções Comerciais para a Gestão de Manutenção

As plataformas de *software* de gestão de manutenção foram desenvolvidos para auxiliar empresas no desempenho das suas atividades. São uma ferramenta que facilita a gestão de uma empresa e indicada para automatizar os seus procedimentos.

Estas plataformas geralmente adaptam-se a vários tipos de negócio, tendo por base a possibilidade de gerir ativos, processos de manutenção, preventiva e corretiva, e na maioria dos casos gerir stocks e outras ferramentas inerentes à manutenção.

São exemplos deste tipo de *software* os mencionados na Tabela 5.1. Todos eles permitem efetuar as tarefas mais fundamentais da manutenção, sendo complementados por mais algumas funcionalidades.

É apresentada de seguida uma breve introdução a cada uma das soluções que foram analisadas e são abordadas neste documento:

- o ValueKeep é uma solução desenvolvida pela empresa Primavera, que se dedica ao desenvolvimento de soluções para gestão industrial [43];
- por outro lado, o ManWinWin foi elaborado pela Navaltik Management, uma empresa que desenvolve *software* de gestão de manutenção de qualquer tipo de ativos [44];
- a Vigie Solutions foca-se no desenvolvimento de ferramentas de monitorização contínua e gestão de manutenção de instalações, tendo a sua principal atividade nos setores de saúde, proteção farmacêutica, segurança alimentar e monitorização energética, sendo o Facilitybase uma solução desenvolvida pela mesma [45];
- o Infraspak que se adapta a vários tipos de trabalho e negócio, foi desenvolvido pela multinacional Infraspak [46];
- a Fiix e UpKeep são empresas focadas em criar soluções especificamente para a manutenção, criando o Fiix e UpKeep respetivamente, e dando total atenção à evolução e atualização dos mesmos [47][48];
- o eMaint foi desenvolvido pela Fluke, empresa que vende aparelhos de teste e desenvolve também *software* para os mais variados efeitos, sendo um deles a gestão da manutenção [49];
- a Glose desenvolveu a solução Glose. Esta empresa produz *software* para setores de atividade económica, tendo maior incidência nas áreas da indústria, saúde e transportes [50].

Foi feita uma análise transversal comparativa de algumas funções de cada uma destas plataformas, com base na informação disponível nas páginas dos mesmos obtendo-se a Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Funções das plataformas de *software* de manutenção.

	<i>Value Keep</i>	<i>Man Win Win</i>	<i>Facility Base</i>	<i>Infraspeak</i>	<i>Fiix</i>	<i>eMaint</i>	<i>UpKeep</i>	<i>Glose</i>
<i>Gestão de Ativos</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Gestão de Manutenção Preventiva</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Gestão de Manutenção Corretiva e OTs</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Gestão de Inventário</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Gestão de Custos</i>	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓
<i>Gestão de Encomendas</i>	✓	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Gestão de Contratos</i>	✓	×	×	×	×	×	×	✓
<i>Relatórios e KPIs</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Interação empresa/clientes</i>	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓
<i>NFC/QRCode</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	×
<i>Assinatura Digital</i>	✓	×	×	✓	×	×	✓	×
<i>App/Online</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Processamento offline</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Como mencionado anteriormente, verifica-se que todas as aplicações têm funcionalidades base, como a gestão de ativos, manutenção e inventário, sendo que diferem na forma como fazem essa gestão e na existência ou não de algumas tarefas suplementares.

Observando a tabela pode-se concluir que o ValueKeep e o Infraspeak são a solução que apresenta um maior número dessas tarefas.

Também é perceptível que a gestão de contratos e a assinatura digital são duas funcionalidades ainda com pouca fluência.

5.2 Descrição Detalhada de Algumas Aplicações

De forma a perceber melhor cada uma das funcionalidades das ferramentas e quais as grandes diferenças entre plataformas de *software* de manutenção, foram selecionados três da tabela anterior, e foi feita uma análise mais abrangente dos mesmos.

Para tal, o ideal seria utilizar cada uma das plataformas e experienciar as suas funcionalidades. No entanto, estes são comercializados sendo necessária a sua aquisição, ou como alternativa o uso da versão trial.

Apenas uma das aplicações escolhidas tem a facilidade de criar uma conta trial, sendo que para as duas restantes a análise foi feita com base num vídeo demonstrativo facultado pelas respetivas empresas.

5.2.1 Infrasppeak

O Infrasppeak foi uma das plataformas escolhidas, e a análise que se segue foi feita com base numa demonstração realizada acerca do mesmo.

O *software* é constituído por três interfaces, sendo que duas delas são acedidas através do *browser*, denominadas de interface *web* e interface *direct*. A terceira trata-se de uma aplicação para dispositivos móveis.

Além disso a Infrasppeak, desenvolveu duas etiquetas NFC (Figura 5.1), uma que permite efetuar login automático na aplicação móvel, e a outra que contém informação de um equipamento ou local, possibilitando o acesso a essa informação através da aproximação do dispositivo móvel à etiqueta.



Figura 5.1: Etiqueta NFC, Infrasppeak.

Interface *Web*

Relativamente à interface *web*, esta foi desenhada para os gestores da empresa, sendo composta por diversos módulos, que permitem efetuar as tarefas relacionadas com a gestão e com toda a atividade da empresa, sendo feita uma análise mais detalhada de cada módulo de seguida.

- **Módulo de ativos**

O primeiro módulo, denominado módulo de ativos, é onde o utilizador acede a todos os ativos da empresa que se encontrem registados na plataforma, como exemplo equipamentos e locais (Figura 5.2).

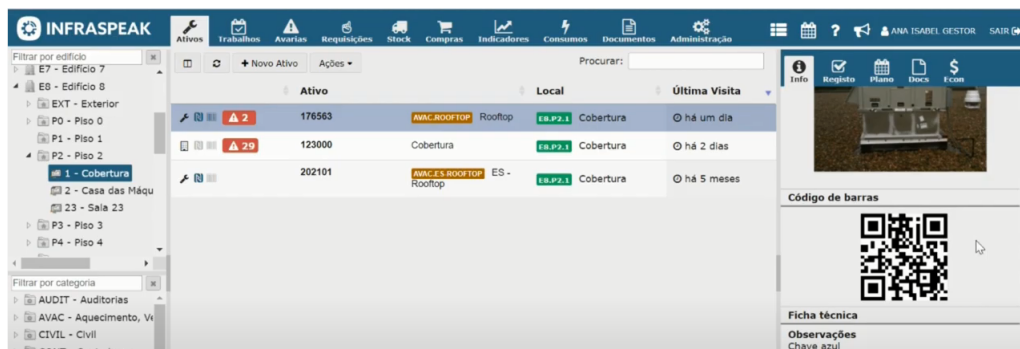


Figura 5.2: Módulo de ativos da interface *web* do Infraspark.

Além disso, é possível selecionar um dos ativos e ver em detalhe informação registada sobre o mesmo, tal como:

- a sua descrição;
- o código de barras associado (Figura 5.3(a));
- informação do local onde se costuma encontrar;
- se existe alguma avaria em aberto (Figura 5.3(b));
- histórico de todas as intervenções (Figura 5.3(c));
- planos de manutenção associados (Figura 5.3(d));
- documentos (Figura 5.3(e));
- análise económica (Figura 5.3(f)).



Figura 5.3: Informações de um ativo, Infraspak.

Ainda na informação do ativo, é possível observar os registos contínuos de alguma medição efetuada ao equipamento, ou seja, se o técnico medir sempre a temperatura de um dado equipamento e a registar na plataforma é possível a sua visualização, através de um gráfico que mostra a evolução dessa temperatura ao longo do tempo (Figura 5.4). Quando este valor se encontra abaixo ou acima do valor mínimo e máximo respetivamente, é gerada automaticamente uma avaria para este equipamento.

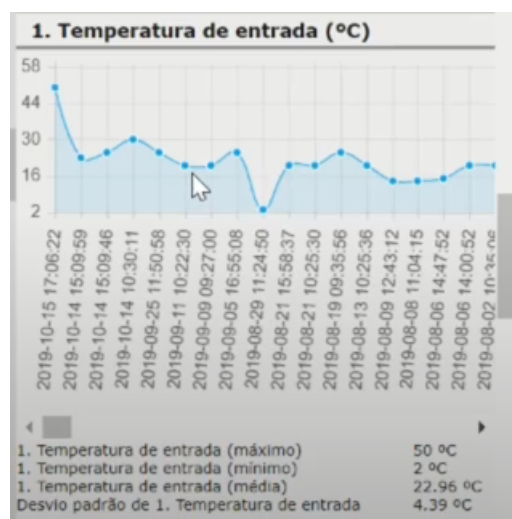


Figura 5.4: Gráfico de temperatura de um equipamento, Infraspak.

• Módulo de trabalhos

No segundo módulo são abordadas as questões de manutenção preventiva. Este módulo permite consultar os planos de trabalho que estão agendados, ativos e fechados (Figura 5.5). É também neste módulo que o utilizador pode criar uma nova ordem de trabalho, sendo que esta pode ser de três tipos:

- trabalhos especiais, indicado para uma intervenção esporádica;
- trabalhos cíclicos, para intervenções que se repetem ciclicamente;
- plano de manutenção, para elaboração de planos anuais.

INFRASPEAK						
Ativos Trabalhos Avarias Requisições Stock Compras Indicadores Consumos Documentos Administração						
Novo Trabalho Ações Agendados Ativos Fechados Procurar...						
Trabalho	Cliente	Local	Início	Prazo da próxima ação	Estado do próximo SLA	
PHP.81/88.4149522 Plano Salinas	CEB Cliente Exemplo (08)	Edifício 8 (E8)	15 de Set de 2019 09:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	
PHP.60465.3863506 Plano Sergio	CEB Cliente Exemplo (08)	Edifício 8 (E8)	15 de Set de 2019 09:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	Q
PHP.71321.4047290 Plano Thermopista	CEB Cliente Exemplo (08)	Edifício 8 - Piso 2 - Cobertura (E8.P2.1)	17 de Set de 2019 09:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	
PHP.71311.4047279 Plano Aguas de Coimbra	CEB Cliente Exemplo (08)	Edifício 8 - Piso 2 (E8.P2)	17 de Set de 2019 09:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	
PHP.176902.6636711 Preventiva AC Mensal	001 Cliente Demonstração	Edifício GreenJob - Piso Térreo - Hall (EGB.P0.H0)	25 de Set de 2019 09:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	
PHP.154346.5935642 Plan Hotel Alejandro	CEB Cliente Exemplo (08)	Edifício 8 - Piso 2 - Cobertura (E8.P2.1)	30 de Set de 2019 08:00	Nenhum SLA	Nenhum SLA	

Figura 5.5: Consulta de planos de trabalho, Infraspak.

No registo de uma nova manutenção periódica anual, começa-se por preencher informação geral da manutenção, onde são apresentados aspetos como o nome da

intervenção, a sua descrição, para que cliente se aplica bem como para que conjunto de locais e equipamentos. Pode também associar-se uma pessoa responsável pelo trabalho, sendo possível associar um conjunto de pessoas ou apenas um técnico (Figura 5.6).

(a)

(b)

Figura 5.6: Informação geral para um novo plano, Infraspark.

Por fim, existe a possibilidade de escolher o fecho da tarefa de forma automática, sendo esta fechada quando a *checklist* associada for totalmente preenchida.

No caso de ser um trabalho efetuado por uma equipa externa à empresa, é possível também fazer o registo do fornecedor, ou seja, equipa que efetuou o trabalho.

Depois das informações gerais, o utilizador deve registar o dia em que a intervenção foi iniciada, qual a duração, durante quanto tempo pretende que fique visível na plataforma, e qual a sua periodicidade (Figura 5.7).

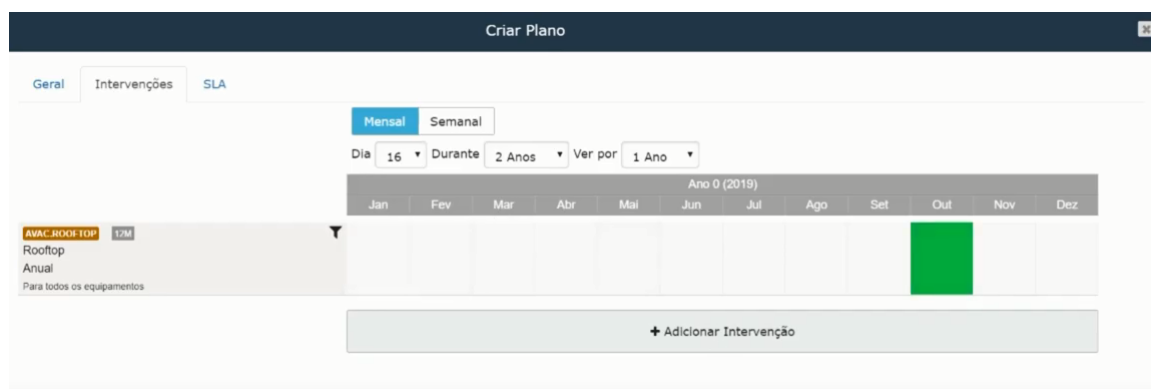


Figura 5.7: Definição dos tempos para um novo plano de manutenção no Infraspak.

• Módulo de Avarias

Neste módulo é efetuada a gestão da manutenção corretiva, os gestores podem consultar e perceber quais as avarias que se encontram por aprovar, as que estão ativas, em pausa e concluídas (Figura 5.8).

Antes de aprovar uma determinada avaria, este pode fazer as alterações que desejar, incluindo alteração da prioridade de avaria, mesmo que não tenha sido criada por ele.

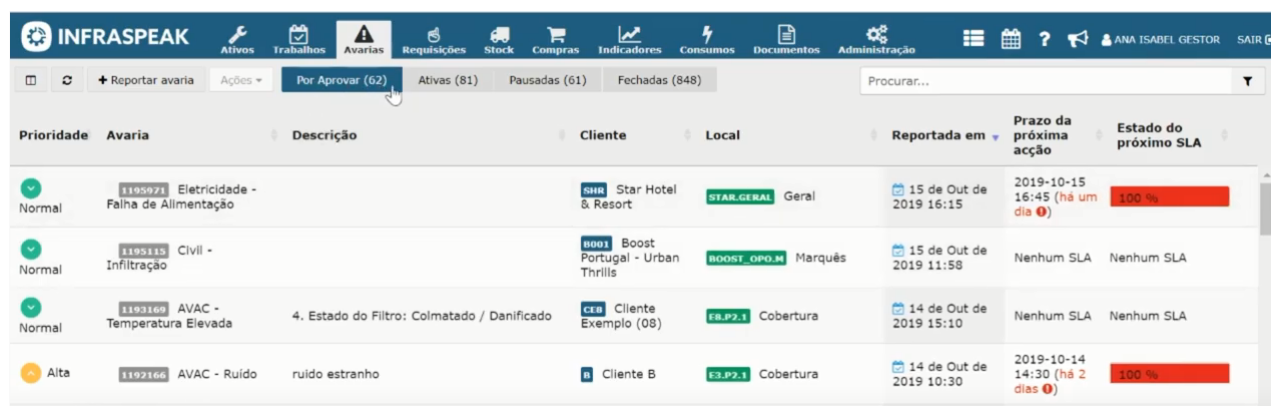


Figura 5.8: Módulo de avarias no Infraspak.

• Módulos Requisições, Stock e Compras

Estes três módulos permitem ao utilizador fazer uma gestão de todo o material necessário para as ações de manutenção, englobando as requisições de material efetuadas pelos profissionais de manutenção, o stock existente e também as compras efetuadas.

O módulo de stock, permite ao gestor ver as quantidades em stock e o movimento do mesmo, permitindo observar em que reparação e por que técnico foi utilizado um determinado material (Figura 5.9).

Movimento de stock	Armazém	Descrição	Material	Utilizador	Data
112109	Armazém AVAC - Geral	Consumido numa tarefa da preventiva PMP:229043.9543771	AVAC.FILTR.G3 (-1 m2)	Ana Isabel Técnico	15 de Out de 2019 17:06
112066	Armazém Norte - Geral	Consumido numa tarefa da avaria A 1195725	AVAC.FILTR.G3 (-1 m2)	Pedro Sousa Técnico	15 de Out de 2019 15:11
111657	Armazém AVAC - Geral	Consumido numa tarefa da preventiva PMP:228592.9501918	AVAC.FILTR.G3 (-1 m2)	Ana Isabel Técnico	14 de Out de 2019 10:31
107787	Armazém AVAC - Geral	Consumido numa tarefa da preventiva PMP:128930.5103555	ELC.CABO Cabo (-1 m)	Ana Ventura	27 de Set de 2019 11:54
107278	Armazém AVAC - Geral	Consumido numa tarefa da preventiva PMP:174768.6558959	PH.CB Gel de Banho (-1 un)	Ana Isabel Técnico	25 de Set de 2019 15:28

Figura 5.9: Módulo de stock no Infrasppeak.

• Módulo de Indicadores

Os gestores podem neste módulo fazer uma análise de toda a informação que se encontra no Infrasppeak, seja a nível de ativos, de manutenção, stock, clientes entre outros (Figura 5.10).

A análise económica, permite ver e analisar os custos associados à atividade de manutenção num determinado período de tempo. Esta análise suporta os custos totais, os custos por tipo de manutenção, tempo de mão de obra e ainda os custos totais por tipo de custo, podendo-se adicionar alguns filtros sobre estes indicadores de forma a selecionar apenas a informação mais relevante (Figura 5.11).

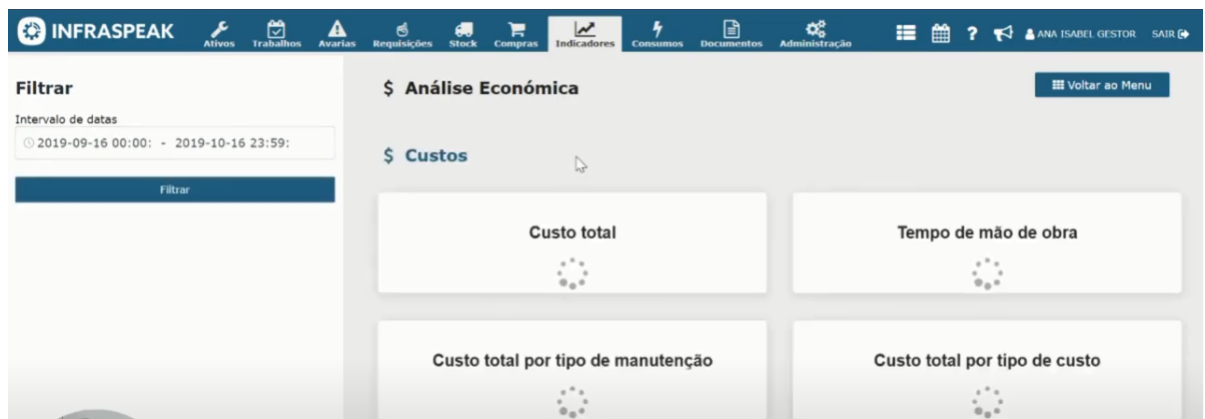


Figura 5.10: Módulo de indicadores no Infrasppeak.

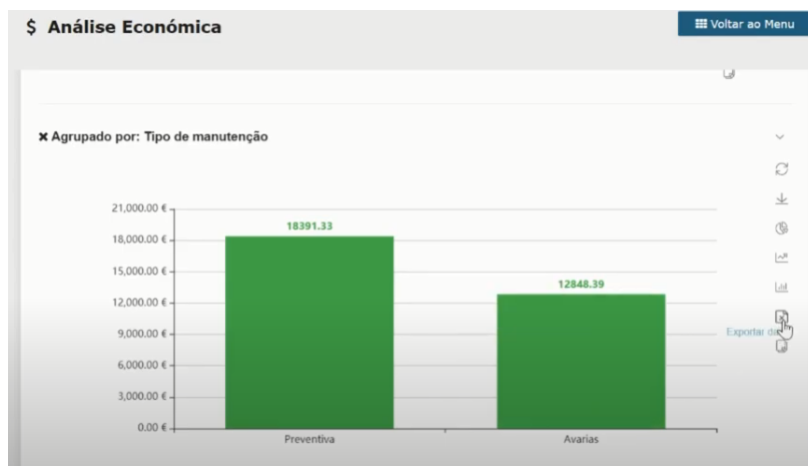


Figura 5.11: Análise de custo total por tipo de manutenção, Infraspark.

- **Módulo de administração**

Neste módulo o gestor pode fazer todas as alterações que pretender no seu ambiente de trabalho, podendo alterar definições de todos os módulos abordados anteriormente. Existe neste módulo também um separador denominado de loja, que permite desinstalar e instalar de novo algum módulo que não seja necessário sem perder a informação associada a esse módulo.

Interface para Dispositivos Móveis

Esta interface é mais indicada para os técnicos, podendo ser acedida pelos mesmos em qualquer local mesmo *offline*.

Após a instalação no dispositivo e o login, o utilizador consegue consultar e efetuar um conjunto de atividades (Figura 5.12), entre as quais:

- consultar quais os equipamentos e locais que estão sob sua responsabilidade;
- consultar a agenda de trabalhos;
- consultar as avarias que foram lançadas;
- efetuar requisições de material;
- verificar stocks;
- efetuar levantamento de novos ativos.



Figura 5.12: Interface para dispositivos móveis do Infraspark.

Quando o profissional de manutenção consulta a sua agenda de trabalhos vai poder ver quais os trabalhos que lhe estão associados (Figura 5.13). Quando seleciona um deles consegue observar os detalhes da intervenção que necessita de fazer, qual ou quais os ativos que devem ser intervencionados e o local em que se encontram.

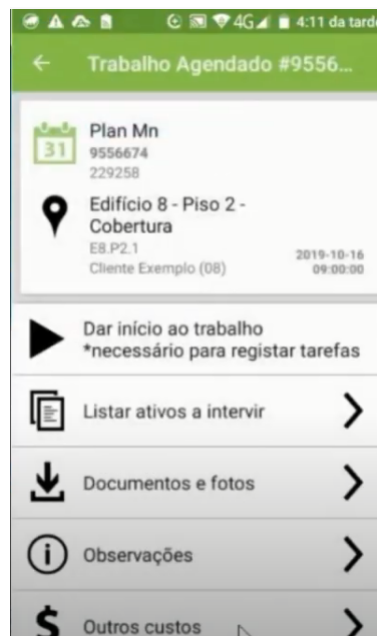
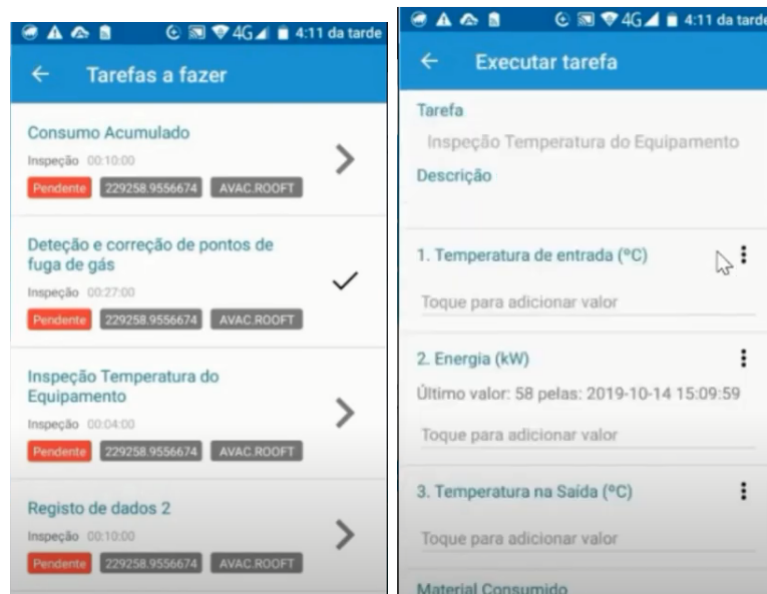


Figura 5.13: Trabalhos associados ao utilizador, Infraspark.

Após clicar na opção de iniciar trabalho, o profissional lê com o seu dispositivo a etiqueta NFC do equipamento que vai intervencionar e tem acesso a um conjunto de tarefas que necessita de realizar para esse equipamento (Figura 5.14(a)). Dentro de cada tarefa existe um registo de valores que devem ser preenchidos no decorrer da

intervenção (Figura 5.14(b)).



(a) Lista de tarefas a realizar para um equipamento.

(b) Registo de valores.

Figura 5.14: Tarefas a realizar pelo profissional de manutenção, Infraspark.

Após o termino do trabalho, o profissional de manutenção pode pedir uma assinatura ao responsável pelo equipamento em questão. Este pode assinar diretamente no dispositivo de forma a que posteriormente a assinatura apareça no relatório do trabalho.

Toda a informação que for atualizada pelo profissional de manutenção, o gestor pode consultá-la na sua plataforma *web*.

Interface *Direct*

Esta interface é indicada para os clientes. É onde estes podem consultar as avarias que se encontram em aberto, as que já foram fechadas, a calendarização dos trabalhos para os ativos que estão sob sua responsabilidade e ainda registar uma nova avaria (Figura 5.15).

O gestor é que define a que informação o cliente tem acesso.

Após o registo de uma avaria nesta interface o gestor é notificado, e após a sua aprovação o profissional de manutenção responsável também recebe notificação de que foi gerada uma nova avaria.

Quando o profissional está a realizar o trabalho e por algum motivo precisa de pausar a intervenção, o gestor e o cliente recebem essa informação.



Figura 5.15: Interface *direct* do Infraspak.

Resumo das Funcionalidades

Na Figura 5.16, pode ser consultado o diagrama geral das funcionalidades de cada uma das interfaces do Infraspak. Todas estão relacionadas entre si, sendo que sempre que é reportado um pedido por um cliente essa informação chega às outras duas interfaces.

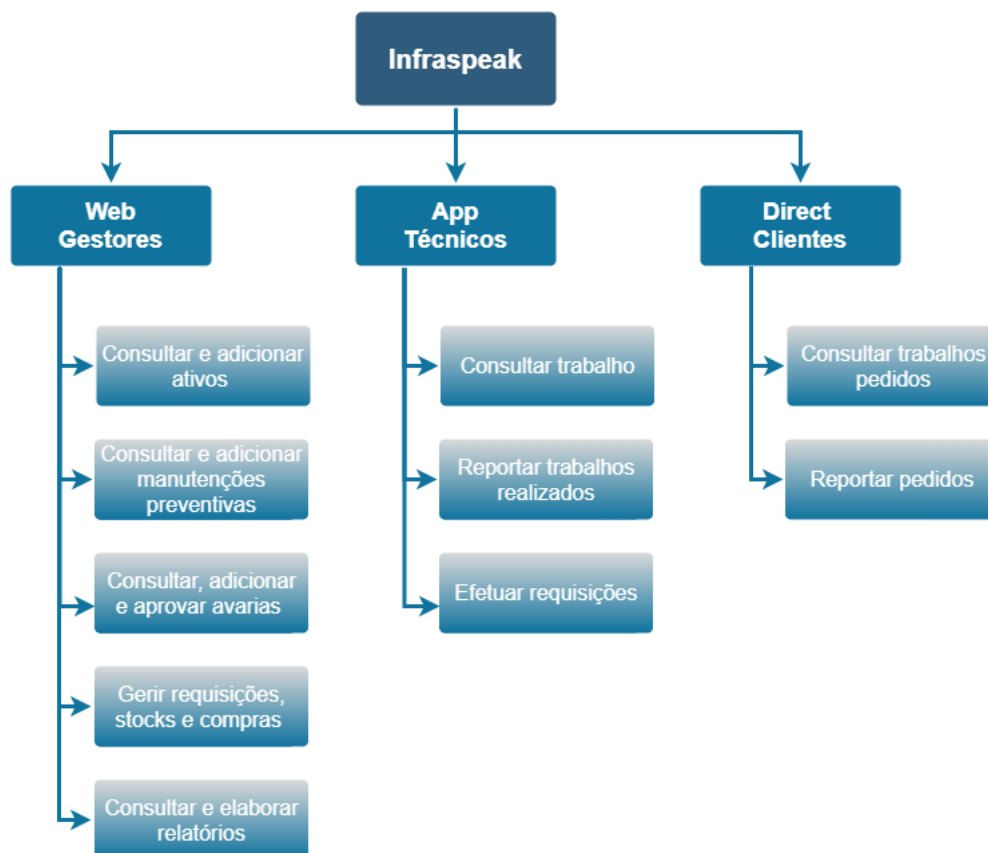


Figura 5.16: Diagrama geral das interfaces Infraspak e respetivas funcionalidades.

5.2.2 ValueKeep

Após a visualização da demonstração desta ferramenta, ficou perceptível que o ValueKeep é um *software* suportado em normas de manutenção, portuguesas e europeias, e ainda que se trata de um *software* reconfigurável para cada utilizador.

Este apresenta uma interface *online*, acessível através de um *browser*, onde é consultada e registada a informação da empresa e da sua atividade, uma interface também *online* denominada ValueKeep Analytics e uma versão para dispositivos móveis. De seguida é feita uma abordagem mais detalhada de cada uma destas interfaces.

Interface *Online*

Na versão acedida pelo *browser*, o utilizador pode consultar e adicionar ativos. Esta informação encontra-se alocada em tabelas, que podem ser configuradas pelo utilizador e exportadas para um documento de vários formatos, sendo um deles o XLS. Na Figura 5.17 pode-se observar uma dessas tabelas, que contém o conjunto de equipamentos registados na plataforma.

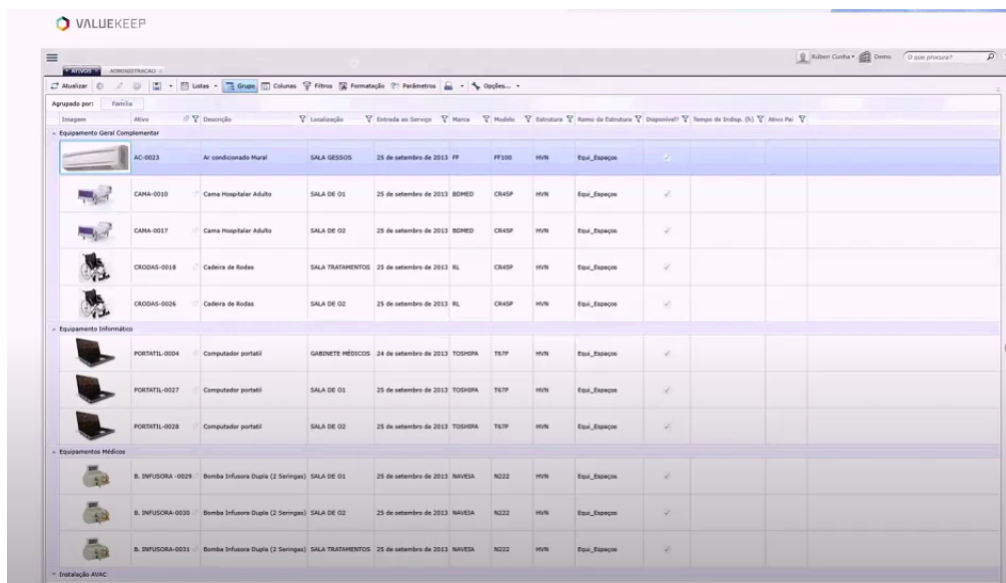


Imagem	Ativo	Descrição	Localização	Entrada no Serviço	Nome	Modelo	Estrutura	Nome da Estrutura	Tempo de Resposta	Ativo Por
	AC-0023	Ar condicionado mural	SALA SESSOS	25 de setembro de 2013	PP	FF100	HNH	Esp_espacos		
	CAMA-0010	Cama Hospitalar Adulto	SALA DE 01	25 de setembro de 2013	REMED	CRASP	HNH	Esp_espacos		
	CAMA-0017	Cama Hospitalar Adulto	SALA DE 02	25 de setembro de 2013	REMED	CRASP	HNH	Esp_espacos		
	CR0045-0018	Cadeira de Rodas	SALA TRATAMENTOS	25 de setembro de 2013	RL	CRASP	HNH	Esp_espacos		
	CR0045-0026	Cadeira de Rodas	SALA DE 02	25 de setembro de 2013	RL	CRASP	HNH	Esp_espacos		
	PORTATIL-0004	Computador portatil	GABINETE MÉDICOS	24 de setembro de 2013	TOSHIBA	T67P	HNH	Esp_espacos		
	PORTATIL-0027	Computador portatil	SALA DE 01	25 de setembro de 2013	TOSHIBA	T67P	HNH	Esp_espacos		
	PORTATIL-0028	Computador portatil	SALA DE 02	25 de setembro de 2013	TOSHIBA	T67P	HNH	Esp_espacos		
	B. INFUSORA-0029	Bomba Infusora Dupla (2 Seringas)	SALA DE 01	25 de setembro de 2013	NAVEIA	N222	HNH	Esp_espacos		
	B. INFUSORA-0030	Bomba Infusora Dupla (2 Seringas)	SALA DE 02	25 de setembro de 2013	NAVEIA	N222	HNH	Esp_espacos		
	B. INFUSORA-0031	Bomba Infusora Dupla (2 Seringas)	SALA TRATAMENTOS	25 de setembro de 2013	NAVEIA	N222	HNH	Esp_espacos		

Figura 5.17: Tabela com equipamentos, ValueKeep.

Através da informação presente nestas tabelas podem-se efetuar *dashboards*¹, configuráveis pelo utilizador.

Este pode também configurar os próprios ecrãs de registo e visualização da informação, assim como os relatórios que forem efetuados. Na Figura 5.18, pode-se observar um exemplo de um ecrã de registo sendo que alguns parâmetros podem ser

¹Tipo de interface gráfica, que de forma geral fornece visualizações rápidas dos principais indicadores de desempenho relevantes para um objetivo ou processo de negócios específico.

retirados ou adicionados, como exemplo a parte delineada a azul. No entanto, estas opções são possíveis apenas para utilizadores que possuam permissões para tal.

Figura 5.18: Exemplo de ecrã de registo, ValueKeep.

Interface ValueKeep Analytics

O ValueKeep Analytics é uma plataforma associada à anterior que se dedica à realização de análise de dados, com base em indicadores de manutenção específicos, denominados *Key Performance Indicators* (KPIs), retirados da Norma Europeia 15341.

Esta plataforma apresenta um custo único independentemente do número de utilizadores, e é possível dar acesso a utilizadores apenas para fazer a consulta dos relatórios. Ou seja, pode ser utilizada pela empresa e também pelos seus clientes.

Interface para Dispositivos Móveis

Relativamente à versão para dispositivos móveis, esta é constituída por quatro interfaces interligadas, sendo que cada utilizador tem acesso às interfaces que lhe estejam atribuídas.

Cada uma destas interfaces encontra-se organizada para executar determinada função, como será clarificado de seguida.

- **Gestão de ativos**

Esta interface (Figura 5.19) foi desenvolvida para efetuar o registo de equipamentos, possibilitando associar fotografias, a sua caracterização e descrição. Permite ainda registar o local onde o equipamento se encontra, ou registar uma nova localização caso ainda não exista na base de dados.

Permite ao utilizador criar um código de barras, NFC ou RFID e colocá-lo no equipamento. Caso este já possua um código de barras pode, na aplicação, ser associado ao equipamento.

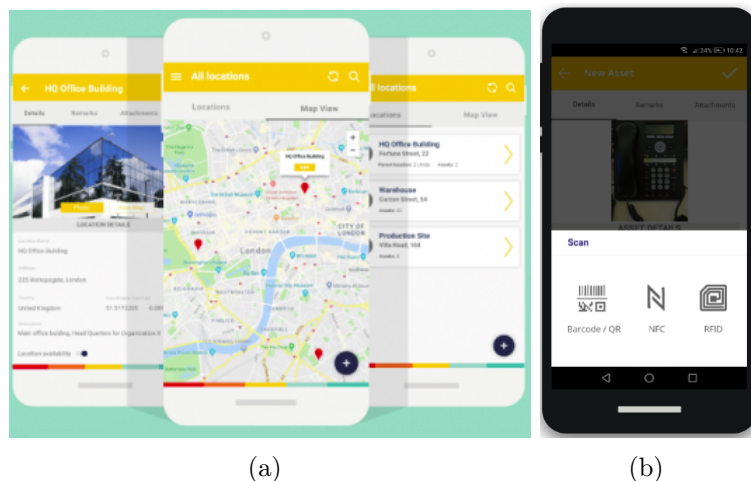


Figura 5.19: Interface gestão de ativos do ValueKeep.

• Pedidos de manutenção

Na interface de pedidos de manutenção (Figura 5.20) o utilizador pode registar novos pedidos de trabalho e solicitar tarefas de manutenção. As tarefas de manutenção podem ser solicitadas através da leitura de um código de barras do equipamento em questão, ficando associadas a esse equipamento.

Cada utilizador pode acompanhar todo o processo para cada pedido de manutenção, incluindo o tempo de execução das tarefas e os custos associados. Existe também um fórum para comunicação em tempo real entre os envolvidos no pedido de trabalho e respetivas tarefas.

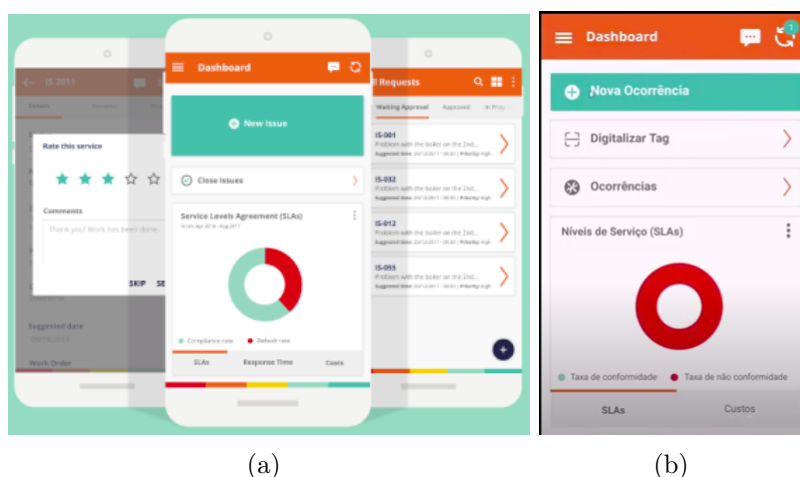


Figura 5.20: Interface de pedidos de manutenção do ValueKeep.

- **Gestão de trabalho**

Esta interface (Figura 5.21) permite gerir o trabalho da empresa, como ocorrências e planos de manutenção.

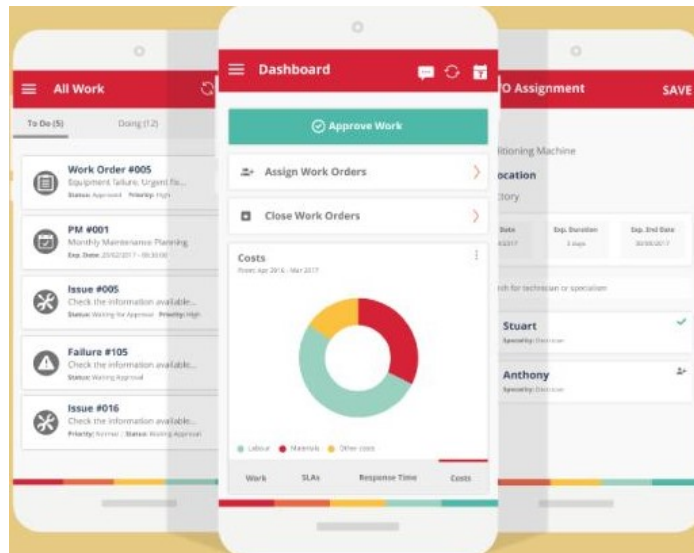


Figura 5.21: Interface de gestão de trabalho do ValueKeep.

Esta interface destina-se a utilizadores que pretendam aprovar ordens de trabalho e atribuí-las aos profissionais de manutenção. Permite também consultar relatórios de custos, tempos e consumos associados à prestação de serviços.

É neste módulo que se encontra um mapa com a localização dos profissionais de manutenção e das ordens de trabalho existentes.

- **Reporte de trabalho**

Mais direcionada para os profissionais de manutenção, esta interface (Figura 5.22) permite consultar em detalhe as ordens de trabalho existentes.

Quando cada profissional executa uma ordem de trabalho, pode neste modulo associar a essa ordem o trabalho que foi efetuado, registar material utilizado, entre outras informações. Após terminar a reparação, é elaborado um relatório com toda a informação existente do trabalho realizado, onde são pedidas as assinaturas do profissional e do cliente, que podem ser recolhidas diretamente no dispositivo.

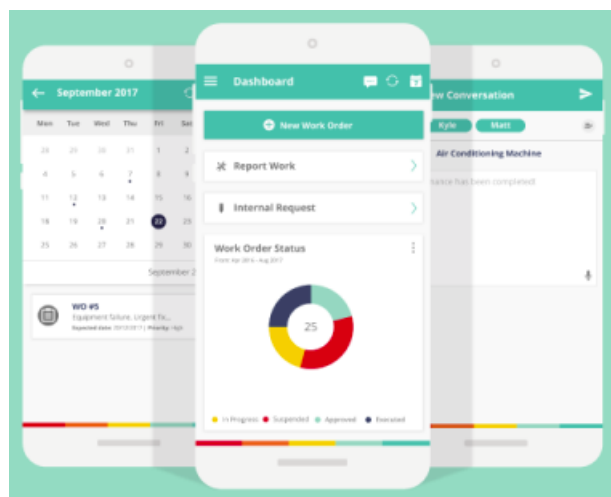


Figura 5.22: Interface de reporte de trabalho do ValueKeep.

Resumo das Funcionalidades

Na Figura 5.23, pode ser consultado o diagrama geral das funcionalidades de cada uma das interfaces do ValueKeep. Estas interfaces funcionam interligadas entre si.

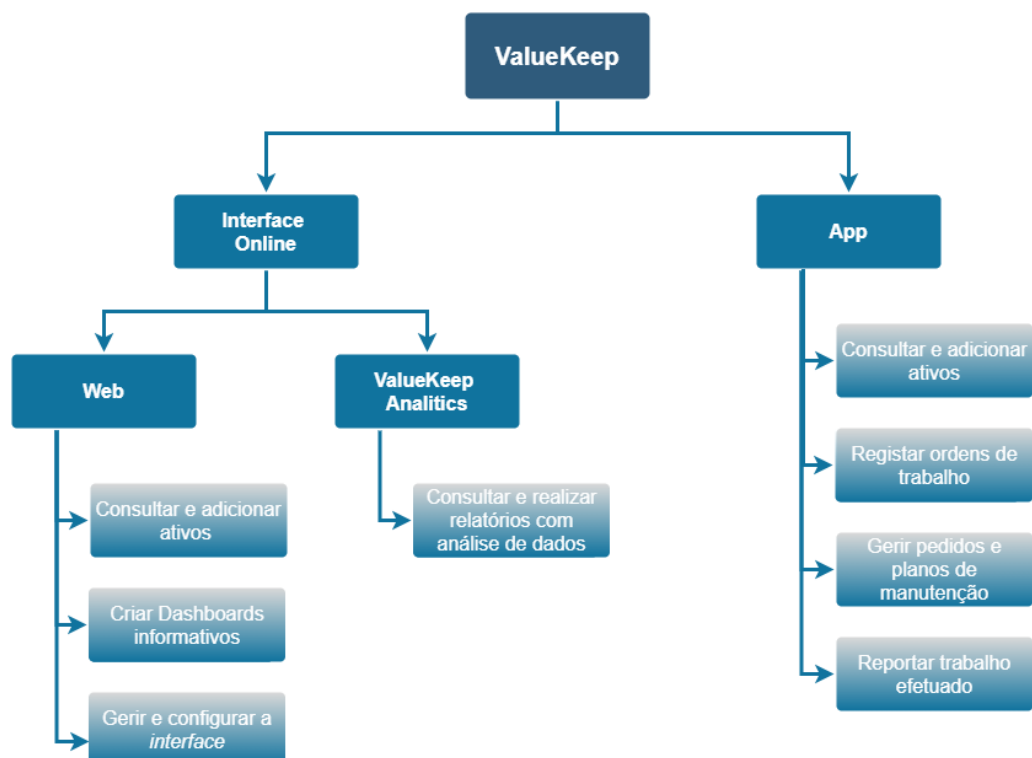


Figura 5.23: Diagrama geral das interfaces ValueKeep e respetivas funcionalidades.

5.2.3 FacilityBase

Foi efetuado o registo numa conta trial, de forma a perceber e conhecer o funcionamento do *software*. Uma vez criada a conta, o papel atribuído ao utilizador é de administrador sendo que todas as funcionalidades testadas foram com base nesse mesmo papel.

A informação utilizada na aplicação não é real, servindo apenas como exemplo e apoio na melhor compreensão do *software*.

Verificou-se que de modo geral é permitido realizar um conjunto de tarefas, desde a gestão de utilizadores e ativos da empresa, à gestão de ordens de trabalho e planos de manutenção preventiva, bem como ferramentas e stocks de material. Além disso, possibilita efetuar relatórios e análises relacionadas com a atividade da empresa.

Este *software* possui uma versão para aceder através do *browser*, normalmente denominada como interface *web*, e uma aplicação para dispositivos móveis.

Interface Web

Quando o utilizador acede através do *browser* é-lhe apresentada uma barra de cabeçalho com um conjunto de módulos (Figura 5.24) e uma página inicial composta por informação sobre tarefas relacionadas quer com a manutenção preventiva bem como a corretiva (Figura 5.25) e ainda indicadores que informam o utilizador da quantidade de ordens de trabalho que se encontram fechadas, a realizar ou em atraso (Figura 5.26).

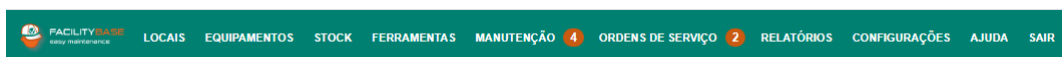


Figura 5.24: Barra de cabeçalho do FacilityBase.

Lista de Tarefas						
Manutenção Curativa						
Ordens De Serviço A Realizar 1						
ID	Equipamento	Local	Data do pedido	Data Limite	Solicitado por	Tipo de pedido
1	Bomba infusora	Hospital D. Estefânia - Manutenção	2020-05-26 16:04:24	2020-05-29 16:04:24	Márcia Benigno	Em Curso
Ordens De Serviço Em Atraso 0						
Ordem De Serviço Em Pausa 1						
Manutenção Preventiva						
Manutenções A Realizar 5						
Manutenções Em Atraso 2						
Manutenções Em Pausa 1						
ID	Equipamento	Local	Em atraso			
0	Electrocardiografo	Consultório Cardiologia - Manutenção	2020-03-09			

Figura 5.25: Lista de tarefas do FacilityBase.

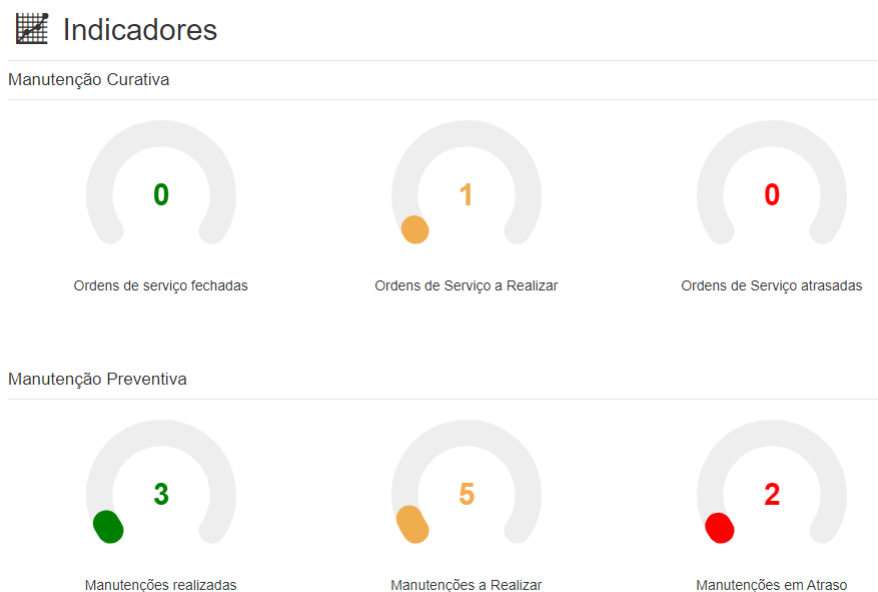


Figura 5.26: Indicadores do FacilityBase.

Estes módulos são apresentados e detalhados de seguida.

• Módulo Locais

É neste módulo que podem ser consultados, editados e adicionados os locais que o utilizador pretender e que estejam relacionados com a atividade.

Uma vez que, a cada local podem pertencer um ou mais equipamentos, neste módulo o programa permite também, ver todos os equipamentos associados aos determinados locais (Figura 5.27).

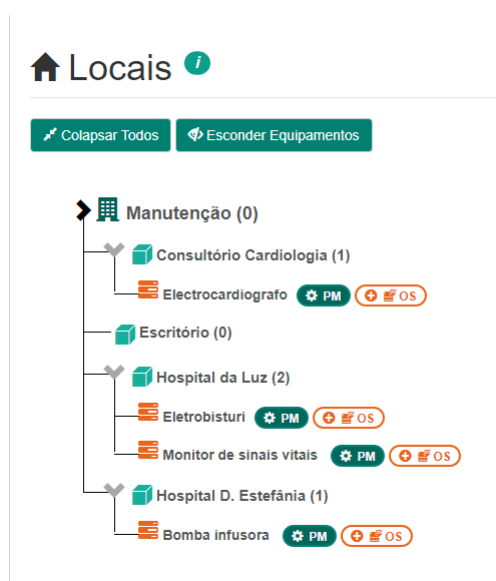


Figura 5.27: Módulo Locais do FacilityBase.

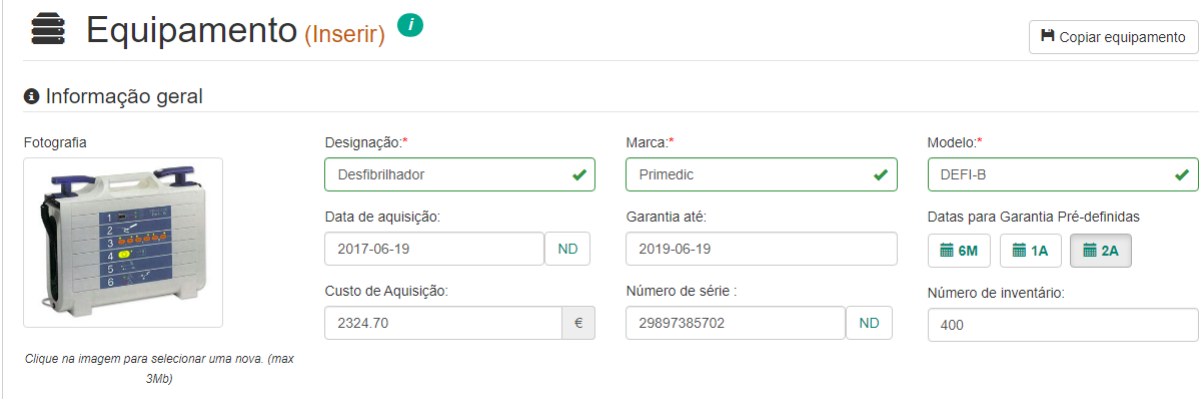
Caso um equipamento possua algum plano de manutenção associado, o utilizador pode aceder-lhe e criar ou consultar ordens de trabalho associadas ao mesmo.

• Módulo Equipamentos

Neste módulo é feita a gestão dos equipamentos, onde são adicionados novos equipamentos e consultados equipamentos já existentes. Caso o utilizador tenha um conjunto de equipamentos registados num ficheiro XLS, pode proceder à sua importação também neste módulo, ficando todos esses equipamentos registados no *software*.

A lista de equipamentos registados também pode ser exportada para diversos formatos que o utilizador entender, como XLS ou PDF.

Para registar um novo equipamento, deve ser preenchido um conjunto de informações acerca do mesmo, começando por completar a sua informação geral, desde a designação, marca e modelo, número de série, data de aquisição e quanto tempo é que consta de garantia (Figura 5.28).



Equipamento (Inserir) ⓘ

[Copiar equipamento](#)

Informação geral

Fotografia

Designação:* Desfibrilhador ✓

Marca:* Primedic ✓

Modelo:* DEFI-B ✓

Data de aquisição: 2017-06-19 ND

Garantia até: 2019-06-19

Custo de Aquisição: 2324.70 €

Número de série: 29897385702 ND

Número de inventário: 400

Datas para Garantia Pré-definidas: 6M 1A 2A

Clique na imagem para seleccionar uma nova. (max 3Mo)

Figura 5.28: Informação geral de um equipamento, FacilityBase.

Além destas informações o utilizador pode ainda registar a localização do equipamento, o tipo de equipamento e a área onde este se encontra, quais os utilizadores que devem receber notificações associadas ao mesmo, e por fim adicionar anexos, como por exemplo o manual de utilizador ou outra informação relevante (Figura 5.29).

O equipamento pode ser associado a um local que já se encontre na base de dados ou pode ser criado um local novo. O mesmo acontece com o tipo e a área do equipamento.

Se o utilizador pretender, pode ainda adicionar o distribuidor do equipamento e qual o seu fabricante (Figura 5.30).

Tal como anteriormente, o equipamento pode ser associado a um distribuidor e fabricante já existentes, ou podem ser criados no momento do registo do equipamento.

The form is divided into four sections:

- Localização do equipamento:** Includes a dropdown for 'Seleccionar local.*' with 'Hospital da Luz' selected and a '+ Criar Novo' button.
- Área do Equipamento:** Includes a dropdown for 'Seleccionar Área/Especialização.*' with 'Cardiologia, Geral' selected and a '+ Criar Novo' button.
- Tipo de Equipamento:** Includes a dropdown for 'Seleccionar tipo de equipamento.*' with 'Tratamento' selected and a '+ Criar Novo' button.
- Notificações do Equipamento:** Includes two dropdowns: 'Seleccionar um Utilizador Responsável:' with 'Joana Reis' selected, and 'Seleccionar outros Utilizadores a Informar>:' with 'Márcia Benigno' selected.

Figura 5.29: Informação adicional de um equipamento, FacilityBase.

The form is divided into two sections:

- Distribuidor:** Includes a dropdown for 'Seleccionar distribuidor:' with 'Selecionar opção' selected and a '+ Criar Novo' button.
- Fabricante:** Includes a dropdown for 'Seleccionar fabricante:' with 'Falex, LDA' selected and a '+ Criar Novo' button.

A green button labeled 'Gravar Alterações' is located at the bottom right.

Figura 5.30: Outras informações de um equipamento, FacilityBase.

• Módulo Stock

Neste módulo o utilizador consegue realizar uma gestão de stock. Dentro deste módulo existem três categorias, armazéns, componentes e consumíveis.

Dentro de cada categoria é possível consultar e adicionar armazéns, componentes e consumíveis, respetivamente (Figura 5.31).



Figura 5.31: Módulo Stock do FacilityBase.

• Módulo Ferramentas

É neste módulo que o utilizador consulta e regista as ferramentas necessárias à prestação de serviços de manutenção (Figura 5.32).

Quando uma determinada ferramenta já não se encontra disponível na empresa para ser utilizada é possível realizar o seu abate, ficando na mesma guardada na base de dados, no entanto inativa.

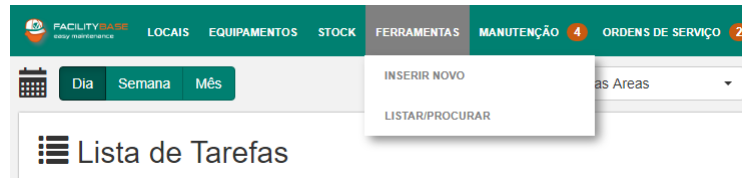


Figura 5.32: Módulo Ferramentas do FacilityBase.

• Módulo Manutenção

Neste módulo é efetuada a gestão dos planos e fichas de manutenção.

Apenas existe um plano de manutenção associado a cada equipamento, uma vez que as diversas tarefas são depois associadas e diferenciadas dentro do plano.

Assim, quando o utilizador pretende criar um novo plano é-lhe apresentada uma janela com os equipamentos que ainda não possuem nenhum plano de manutenção associado.

O utilizador escolhe o equipamento, sendo criado o plano de manutenção associado ao mesmo. Após esta etapa, é apresentada informação sobre o equipamento (Figura 5.33) seguida dos detalhes sobre o plano de manutenção, tarefas a realizar, e qual o utilizador atribuído à manutenção, podendo ser adicionados um ou mais utilizadores (Figura 5.34).

Planos de Manutenção (Gestão geral) ⓘ

⬇ Importar Plano de Manutenção ⬆ Exportar Plano de Manutenção

☰ Desfibrilhador Tratamento ☰

Fichas De Manutenção por executar:	0	Percentagem de Execução do Plano (em 2020)	0 %
Marca:	Primedic	Fabricante:	Falex, LDA
Modelo:	DEFI-B	Distribuidor:	None
Número de série:	29897385702	Número de inventário:	400
Data de aquisição:	2017-06-19	Garantia até:	2019-06-19
Custo de Aquisição:	2325.7 €	Custo de Manutenção:	Dados Insuficientes
Local:	Hospital da Luz - Manutenção	Especialização/Área:	Cardiologia; Geral;
Responsável do Equipamento:	Joana Reis	Outros Utilizadores a Notificar:	Márcia Benigno;

Figura 5.33: Informação sobre o equipamento, Planos de manutenção do FacilityBase.

Detalhes do plano
Mostrar todos
Nova Tarefa

Diário 0

Semanal 0

Mensal 1

Trimestral 1

Designação	Tipo de Tarefa	Tarefa	Tempo Gasto Esperado	Data da Primeira Execução	Data da Próxima Execução	Personalizar	Execução	Opções
General	Action	Limpeza interna e externa.	2h 15min	2020-04-06	2020-07-05	Não aplicável	Internal	Edit Eliminar

Nova Tarefa Trimestral

Semestral 0

Anual 0

Outros 0

Atribuir Manutenção

Anexos

Figura 5.34: Plano de manutenção, FacilityBase.

As tarefas associadas ao plano de manutenção podem variar em função da periodicidade com que devem ser efetuadas, podendo-se realizar diariamente, semanalmente, mensalmente, entre outros.

Quando cria uma tarefa, o utilizador deve definir a periodicidade e a data de realização da mesma. Deve ainda descrever qual ou quais as acções a realizar, e se pretender, definir o tempo que pensa ser necessário para realizar a tarefa (Figura 5.35). Este pode ainda escolher parâmetros a medir, como por exemplo, a temperatura do equipamento ou a tensão da bateria, devendo sempre indicar qual o limite superior e inferior do valor a registar (Figura 5.36).

Nova Tarefa

Escolher Componente

General

Periodicidade

60

DIA(S)

Data de Execução

2020-06-01

Hoje

Tipos de Tarefas

Acção
Medição
Substituição
Calibração

Execução

Interna
Externa

Obrigatória

☐
☒

Tempo Gasto Esperado

☒

Acção

Verificação do funcionamento do equipamento.

1

h

30

m

Gravar Alterações

Fechar

Figura 5.35: Ações a realizar, nova tarefa FacilityBase.

Figura 5.36: Medição a efetuar, nova tarefa FacilityBase.

O *software* permite ao utilizador aceder às fichas de manutenção existentes, diretamente através do módulo denominado manutenção, onde se pode observar uma lista de tarefas planeadas, ou em atraso, em função do filtro que o utilizador escolher (Figura 5.37).

ID	Equipamento	Local	Número de série	Número de inventário	Data Prevista de Execução	Estado
2	Electrocardiograf - Mobitonic - MB600G	Consultório Cardiologia - Manutenção	12598426648	590	2020-05-08	Planeada
13	Bomba infusora - B-Braun - Perfusor fms	Hospital D. Estefânia - Manutenção	NA	592	2020-05-11	Em Curso
32	Monitor de sinais vitais - Bionet - bm5	Hospital da Luz - Manutenção	454895321548	593	2020-05-26	Planeada
22	Eletrobisturi - EMED - Spectrum	Hospital da Luz - Manutenção	NA	591	2020-05-27	Planeada

Figura 5.37: Lista de fichas de manutenção registadas em atraso, FacilityBase.

Além da gestão e fichas de manutenção, este módulo também permite criar um mapa com a manutenção preventiva anual, por local e consequentemente equipamentos associados.

Pode ser observado na Figura 5.38, o plano de manutenção criado para o ano de 2020, que como escolha do utilizador, inclui todos os locais guardados no *software*. Neste mapa pode-se visualizar as manutenções completas, pausadas, planeadas e em atraso. Caso existam, podem ainda fazer parte deste plano as manutenções que se encontrem parcialmente completas e canceladas. Este mapa contém também a informação, em função do local e em percentagem, da quantidade do plano que já foi executado.

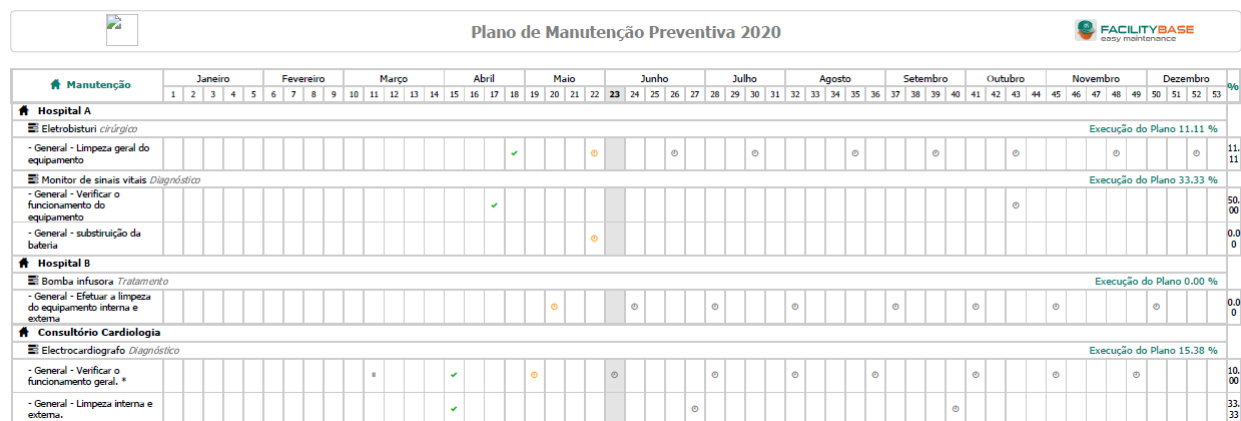


Figura 5.38: Mapa de manutenção de 2020 com todos os locais da empresa, Facility-Base.

• Módulo Ordens de Serviço

Neste módulo são registadas e consultadas ordens de trabalho associadas aos equipamentos.

Quando o utilizador cria uma nova ordem de trabalho deve seleccionar o equipamento para o qual quer registar a ordem de trabalho, fazer uma descrição do problema, adicionar anexos e escolher a prioridade da situação (Figura 5.39). A prioridade apresenta uma gama de 1 a 5, sendo 1 muito alta e 5 muito baixa (Figura 5.40).

Designação	Local	Marca	Modelo	Número de série	Número de inventário
Bomba infusora	Hospital D. Estefânia - Manutenção	B-Braun	Perfusor fms	NA	592
Desfibrilhador	Hospital da Luz - Manutenção	Primedic	DEFI-B	29897385702	400
Electrocardiografo	Consultório Cardiologia - Manutenção	Mobiclinic	MB600G	12598426648	590
Eletrobisturi	Hospital da Luz - Manutenção	EMED	Spectrum	NA	591
Monitor de sinais vitais	Hospital da Luz - Manutenção	Bionet	bm5	454895321548	593

Figura 5.39: Escolha do equipamento, FacilityBase.

Descrição do problema *

O equipamento apresenta uma das pás deterioradas.

Anexos

Escolha o seu ficheiro...

Prioridade *

Muito alta 1 2 3 4 5 Muito baixa

Submit

Figura 5.40: Registo de uma nova ordem de trabalho, prioridade, FacilityBase.

Uma ordem de trabalho registada no sistema pode apresentar diversos estados até ser concluída (Figura 5.41). Quando é registada no sistema, fica em estado de “análise”, sendo que o administrador poderá aceitar ou rejeitar a mesma. Uma vez aceite, deve-se seleccionar os responsáveis, retificar a prioridade e sempre que necessário adicionar algum comentário. Após ser aceite, passa para o estado “em curso” quando o utilizador iniciar a sua execução. De seguida pode ser colocada em pausa, sendo necessário adicionar um comentário onde é descrito o motivo para se encontrar em pausa, ou completar a mesma, sendo efetuado o registo do utilizador que a terminou e quando pretendido o tempo e custo associados.

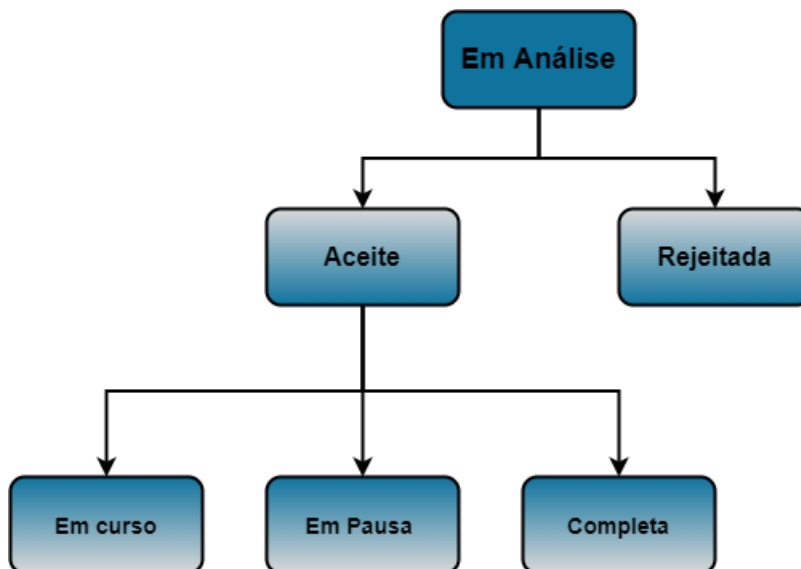


Figura 5.41: Possíveis estados de uma ordem de trabalho, FacilityBase.

• Módulo Relatórios

Neste módulo o utilizador pode criar relatórios sobre a sua atividade, com base nos dados registados nos módulos anteriores.

A informação apresentada no relatório pode ser filtrada de acordo com o que for pretendido. Ou seja, o relatório pode ser realizado com base num local, tipo de equipamento, especialização ou técnico (Figura 5.42). Quando o relatório é criado, o utilizador recebe uma notificação. É nas notificações que podem ser consultados todos os relatórios efetuados.

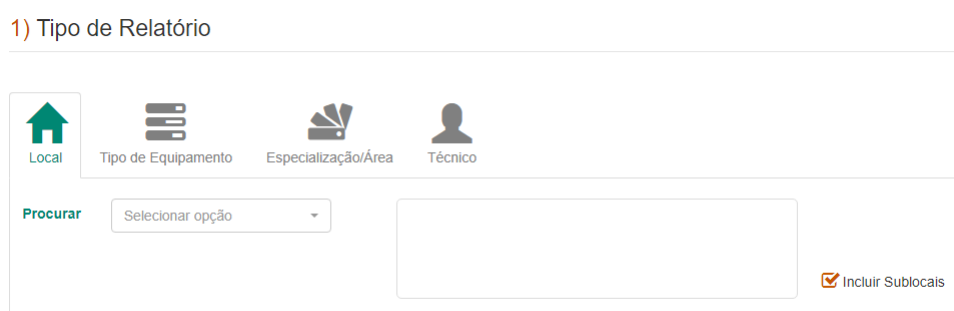


Figura 5.42: Tipos de relatórios, FacilityBase.

• Módulo Configurações

Neste módulo é permitido ao utilizador configurar todos os módulos anteriores. Permite configurar componentes relacionadas com os equipamentos, bem como as entidades que distribuem ou fabricam os equipamentos e outro material e com a área ou especialização. Além disso, permite gerir utilizadores, sendo possível adicionar um novo utilizador e associar as funções de cada utilizador. Por fim, permite também configurar aspetos relacionados com a organização (Figura 5.43). Como exemplo, é neste módulo que o utilizador pode configurar o intervalo de tempo associado a cada nível de prioridade, e se é ou não enviada uma notificação quando a ordem de trabalho se encontra atrasada, bem como qual a frequência com que essa notificação é enviada.

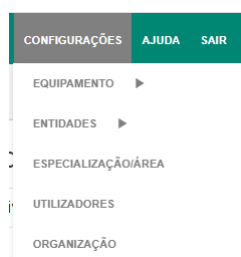


Figura 5.43: Tipos de configurações, FacilityBase.

Interface para Dispositivos Móveis

Esta interface foi desenvolvida com o intuito de ajudar os técnicos no seu trabalho quando têm que se deslocar ao cliente para efetuar serviços de manutenção.

O utilizador pode de uma forma geral, ter acesso às notificações associadas à sua conta, bem como à lista de tarefas, conjunto de ordens de trabalho, fichas de manutenção, aos equipamentos registados e às definições da aplicação (Figura 5.44).

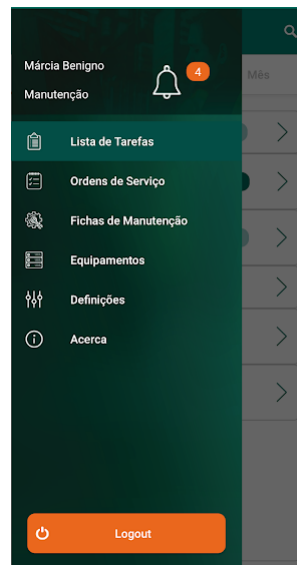


Figura 5.44: Informações acessíveis ao utilizador, FacilityBase.

- **Lista de tarefas**

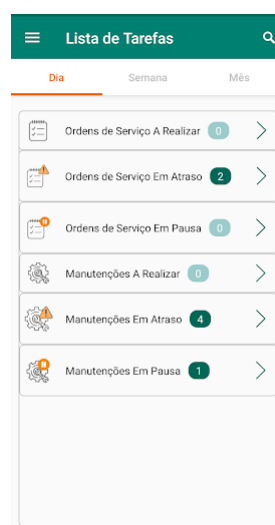
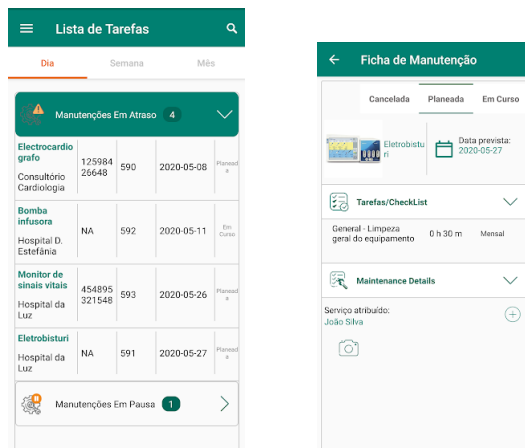


Figura 5.45: Lista de tarefas, FacilityBase.

Aquilo que o utilizador vê em primeiro lugar quando inicia a aplicação é uma lista de tarefas, que contem o número de ordens de trabalho e manutenções a realizar,

em atraso e em pausa (Figura 5.45). O utilizador pode ver e consultar informação diária, semanal ou anual. Caso existam manutenções em atraso o utilizador pode ainda nesta página ver essas manutenções, e clicando numa delas é-lhe mostrada a informação detalhada associada a essa manutenção (Figura 5.46).



(a) Manutenções em atraso.

(b) Ficha de manutenção.

Figura 5.46: Listas de tarefas detalhadas, FacilityBase.

• Ordens de serviço

A aplicação móvel permite ao utilizador consultar as ordens de trabalho que se encontram registadas na plataforma.

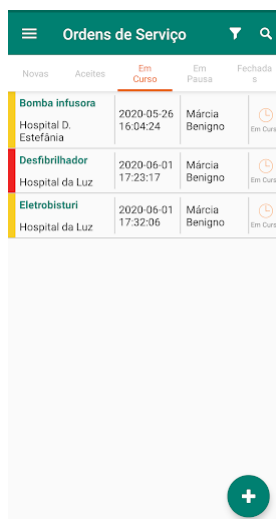


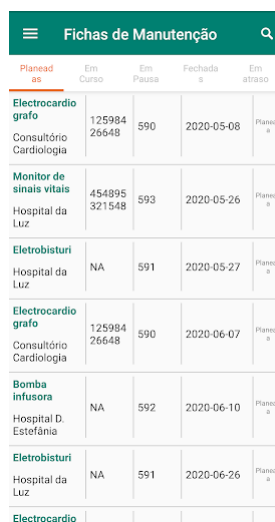
Figura 5.47: Lista de ordens de trabalho, FacilityBase.

Este pode visualizar as ordens de trabalho que foram registadas e ainda não foram aceites ou rejeitadas, as que já foram aceites, as que já se encontram em curso de resolução, as que por algum motivo se encontram pausadas e ainda as que já

foram terminadas (Figura 5.47). O utilizador pode também visualizar cada uma das ordens de trabalho detalhadamente, desde o equipamento associado, qual o seu problema, entre outras informações. Sempre que pretender, este pode adicionar uma nova ordem de trabalho.

• Fichas de manutenção

Semelhante ao separador das ordens de trabalho, o utilizador pode consultar as fichas de manutenção que se encontrem planeadas, em curso, em pausa, fechadas ou em atraso (Figura 5.48). Pode ver de forma detalhada cada ficha de manutenção, tendo acesso às tarefas ou *checklist* a realizar e ainda quem é o técnico atribuído para o trabalho. Este pode ainda alterar o estado da tarefa e preencher toda a informação necessária.



Planeada	Em Curso	Em Pausa	Fechada	Em atraso
Electrocardiogram Consultório Cardiologia	125984 26648	590	2020-05-08	Planeada
Monitor de sinais vitais Hospital da Luz	454895 321548	593	2020-05-26	Planeada
Eletrobisturi Hospital da Luz	NA	591	2020-05-27	Planeada
Electrocardiogram Consultório Cardiologia	125984 26648	590	2020-06-07	Planeada
Bomba infusora Hospital D. Estefânia	NA	592	2020-06-10	Planeada
Eletrobisturi Hospital da Luz	NA	591	2020-06-26	Planeada
Electrocardiogram				

Figura 5.48: Lista de fichas de manutenção planeadas, FacilityBase.

• Equipamentos

Como podemos observar na Figura 5.49, todos os equipamentos registados no sistema são mostrados ao utilizador, sendo que este tem acesso à informação detalhada de cada equipamento, podendo também sempre que necessário adicionar um novo equipamento.

A informação adicionada através da aplicação móvel é visualizada também na versão online.

Nas definições o utilizador pode configurar as notificações que pretende receber. Isto é, pode ativar ou desativar as notificações para uma nova ordem de trabalho, entre outros.

Quando o utilizador gera um relatório na versão *online*, é gerado um pdf e este recebe uma notificação no seu dispositivo móvel. É no separador das notificações que podem ser consultados os relatórios que foram efetuados.



Equipamentos		
Bomba infusora Hospital D. Estefânia	B-Braun	Perfusor fms
Desfibrilhador Hospital da Luz	Primedic	DEFI-B
Electrocardiografo Consultório Cardiologia	Mobiclinic	MB600G
Eletrobisturi Hospital da Luz	EMED	Spectrum
Monitor de sinais vitalis Hospital da Luz	Bionet	bm5

Figura 5.49: Lista de equipamentos registados, FacilityBase.

Resumo das Funcionalidades

Na Figura 5.50, pode ser consultado o diagrama geral das funcionalidades de cada uma das interfaces do FacilityBase. Estas interfaces encontram-se ligadas entre si, sendo que sempre que é realizada uma ação na app, essa é atualizada também na interface *web*.

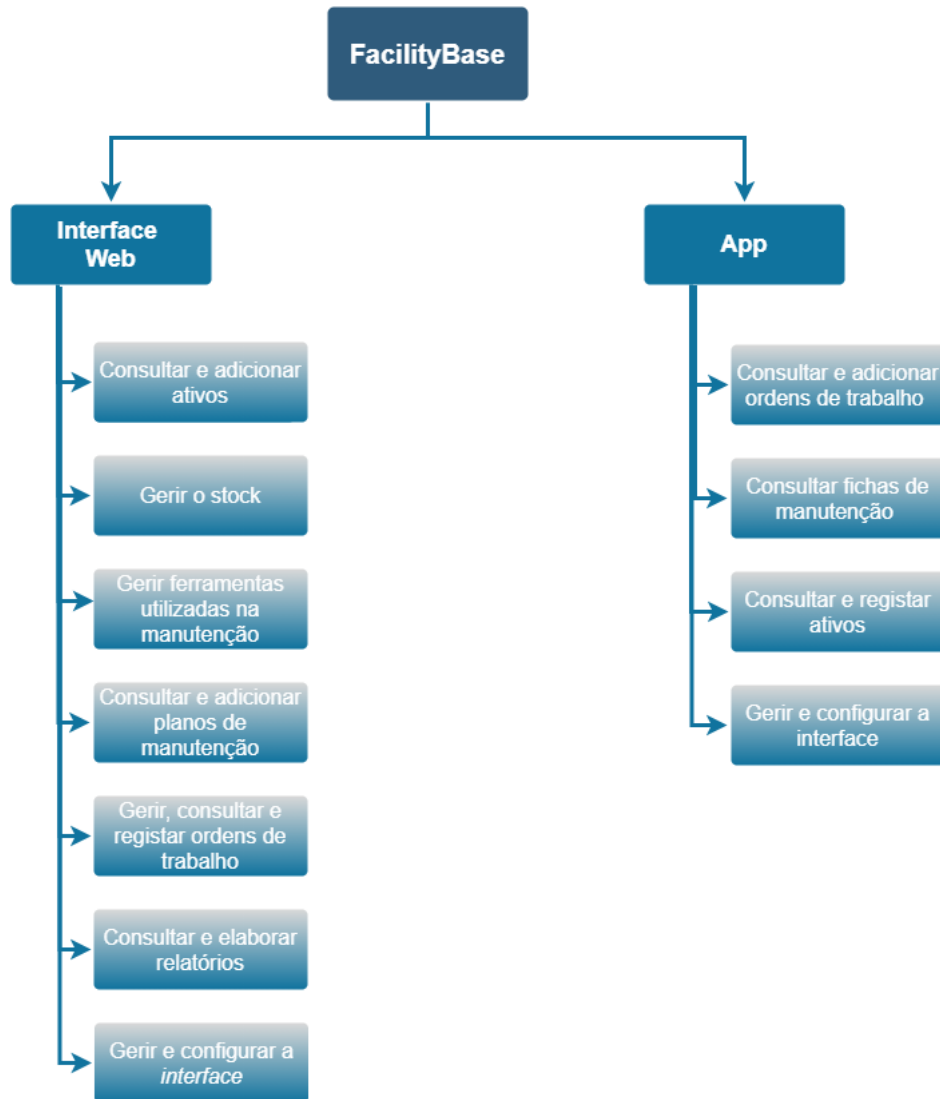


Figura 5.50: Diagrama geral das interfaces FacilityBase e respectivas funcionalidades.

5.3 Resumo do Capítulo

Na Tabela 5.2 encontra-se uma síntese das funcionalidades de cada uma das plataformas analisadas e apresentadas ao longo deste capítulo. A informação desta tabela juntamente com a Tabela 5.1 facilitam uma análise comparativa destas ferramentas. Todas estas ferramentas, como já foi mencionado, têm funcionalidades em comum, no entanto diferem no modo de funcionamento. O Infrasppeak aposta mais na plataforma *web*, enquanto que o ValueKeep investe na aplicação móvel. O FacilityBase, é mais equilibrado tendo as funcionalidades mais básicas em ambas as interfaces. Em todas as plataformas as respetivas interfaces encontram-se interligadas.

Tabela 5.2: Tabela de resumo com as funcionalidades de cada *software* e respectivas interfaces.

<i>Software</i>	<i>Interfaces</i>	<i>Descrição</i>
<i>Infraspeak</i>	<i>Web</i>	Consultar e adicionar ativos Consultar e adicionar Manutenções Preventivas Consultar e aprovar avarias Gerir reposições de stock e compras Consultar e elaborar relatórios
	<i>App</i>	Consultar trabalho Reportar trabalho realizado Fazer requisições de material
	<i>Direct</i>	Consultar trabalhos e pedidos Reportar pedidos
<i>ValueKeep</i>	<i>Web</i>	Consultar e adicionar ativos Criar <i>dashboards</i> informativos Gerir e configurar a interface
	ValueKeep Analytics	Consultar e realizar relatórios com análise de dados
	<i>App</i>	Consultar e adicionar ativos Registar ordens de trabalho Gerir pedidos e planos de manutenção Reportar trabalho efetuado
<i>FacilityBase</i>	<i>Web</i>	Consultar e adicionar ativos Gerir stock Gerir ferramentas utilizadas na manutenção Consultar e adicionar planos de manutenção Gerir, consultar e adicionar ordens de trabalho Consultar e elaborar relatórios Gerir e configurar a interface
	<i>App</i>	Consultar e adicionar ordens de trabalho Consultar fichas de manutenção Consultar e registar ativos Gerir e configurar a interface

Capítulo 6

Conclusões

Neste estágio a aluna foi integrada numa equipa de trabalho dedicada à manutenção de equipamentos de eletromedicina em contexto hospitalar.

Esta integração permitiu o contacto direto e em contexto real com diversos clientes, designadamente Hospitais e Clínicas, e consequentemente conhecer os procedimentos característicos de cada cliente. Além disso, houve uma familiarização com um leque bastante abrangente de dispositivos médicos, bem como a aquisição de conhecimentos para a realização de procedimentos de manutenção preventiva e corretiva.

O gráfico da Figura 6.1 pretende mostrar a percentagem de procedimentos de manutenção preventiva e corretiva realizados no decorrer do estágio. Observa-se que a quantidade de manutenções preventivas realizadas foi superior às manutenções corretivas.



Figura 6.1: Percentagem de Manutenções Preventivas e Corretivas efetuadas no estágio.

Tanto nas manutenções preventivas como nas corretivas, foram intervencionados equipamentos com diferentes funcionalidades e características. Nas manutenções preventivas os equipamentos mais intervencionados foram os Monitores de Sinais Vitais, as Bombas de Perfusão, Equipamentos de Eletroterapia e Desfibriladores (Figura 6.2). Nas Manutenções Corretivas também os Monitores de Sinais Vitais e Bombas de Perfusão foram intervencionados em maior número (Figura 6.3).



Figura 6.2: Percentagem de Manutenções Preventivas a cada equipamento.



Figura 6.3: Percentagem de Manutenções Corretivas a cada equipamento.

Conclui-se ainda que, no dia a dia os profissionais de manutenção ficam expostos a vários agentes biológicos e doenças infecto-contagiosas, sendo essencial o uso de EPIs sempre que necessário, da forma correta e de acordo com cada situação. Para além disso, conclui-se que a limpeza, desinfecção e esterilização são os procedimentos utilizados para a descontaminação de dispositivos médicos e ferramentas, e são utilizados em função do nível de risco de infeção de cada equipamento ou ferramenta.

Relativamente aos *softwares* de apoio à gestão de manutenção, ficou perceptível que existe uma grande quantidade deste tipo de ferramentas, e que apesar de diferirem entre si, todos eles possuem um conjunto de funcionalidades em comum.

O estágio realizado proporcionou a aquisição de diversas competências práticas na área de manutenção de equipamentos de eletromedicina, e teve um papel muito importante na significativa evolução não só a nível profissional, como também a nível pessoal.

Bibliografia

- [1] Nelson Fuirini Junior. Parâmetros Contemporâneos das Correntes Excitomotoras. <https://biblioteca.univap.br/dados/000001/00000140.pdf>. [Online; Acedido 29-setembro-2020].
- [2] DGS Direção Geral da Saúde. Profissionais de Saúde com Exposição a SARS-CoV-2 (COVID-19). <https://covid19.min-saude.pt/>. [Online; Acedido 16-abril-2020].
- [3] I.P. Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo. Descontaminação de Dispositivos Médicos e Equipamentos - Manual de Procedimentos. <https://www.scribd.com/document/362288639/Norma-de-descontaminacao-de-Dispositivos-Medicos>, 2013. [Online; Acedido 14-abril-2020].
- [4] Infarmed. Infarmed - Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de saúde, I.P. <https://www.infarmed.pt/>, 2016. [Online; Acedido 28-março-2020].
- [5] Priberam. Priberam - Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. <https://dicionario.priberam.org/>, 2020. [Online; Acedido 30-março-2020].
- [6] Wikipedia. Wikipedia - The Free Encyclopedia. <https://pt.wikipedia.org/>, 2020. [Online; Acedido 30-março-2020].
- [7] European Committee for Standardization. Maintenance - Maintenance Terminology. In *European Standard EN 13306*, 2010.
- [8] Contec. MS400 Multiparameter Simulator. https://www.meldic.cl/images/pdf/area-medica/Comprobadores/Ms_400.pdf. [Online; Acedido 28-abril-2020].
- [9] Contec. MS200 NIBP Simulator. https://www.meldic.cl/images/pdf/area-medica/Comprobadores/Ms_200.pdf. [Online; Acedido 28-abril-2020].
- [10] Contec. MS100 SpO₂ Simulator. http://www.contecmed.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=103&

- category_id=18&option=com_virtuemart&Itemid=601. [Online; Acedido 28-abril-2020].
- [11] Rigel Medical. RIGEL UNI-SIM - vital signs simulator. https://www.rigelmedical.com/downloads/rigel_uni_sim_manual_row_rev35_v3.5.pdf. [Online; Acedido 29-abril-2020].
- [12] TSI Incorporated. CERTIFIER FA PLUS - TEST SYSTEM - OPERATOR'S MANUAL. https://www.tsi.com/getmedia/1de27728-e14e-4789-b183-9a46c772deb6/Certifier_FA_Plus-US-1980560L-web?ext=.pdf. [Online; Acedido 02-outubro-2020].
- [13] IEC. International Electrotechnical Commission. <https://www.iec.ch/index.htm>. [Online; Acedido 28-março-2020].
- [14] ISO. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/home.html>. [Online; Acedido 28-março-2020].
- [15] IPQ. Instituto Português da Qualidade. <http://www1.ipq.pt/PT/Pages/Homepage.aspx>. [Online; Acedido 18-março-2020].
- [16] União Europeia. A Sua Europa. <https://europa.eu/youreurope/index.htm#pt>, 2020. [Online; Acedido 14-novembro-2020].
- [17] Instituto Português da Qualidade. Requisitos para prestação de serviços de manutenção. In *Norma Portuguesa 4492*, 2010.
- [18] European Committee for Standardization. Maintenance - Documents for maintenance. In *European Standard EN 13460*, 2002.
- [19] ISO. Medical devices — Application of risk management to medical devices. <https://www.iso.org/standard/72704.html>. [Online; Acedido 29-março-2020].
- [20] ISO. Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes. <https://www.iso.org/standard/59752.html>. [Online; Acedido 29-março-2020].
- [21] International Electrotechnical Commission. Medical electrical equipment — Part 1: General requirements for basic safety and essential performance. In *International Standard IEC 60601-1*, 2005.
- [22] Lda Factor Segurança. Segurança nas actividades de manutenção. Tecnometal, 2005.

- [23] A. R. M. Gomes. “Manutenção de equipamentos eletromédicos em meio hospitalar - Estágio na Iberdata Equipamentos, SA”. In *Instituto Superior de Engenharia de Coimbra*, 2017.
- [24] IEC. Medical electrical equipment - Part 2-27: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electrocardiographic monitoring equipment. <https://webstore.iec.ch/publication/2638>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].
- [25] IEC. Medical electrical equipment - Part 2-34: Particular requirements for the basic safety and essential performance of invasive blood pressure monitoring equipment. <https://webstore.iec.ch/publication/2650>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].
- [26] IEC. Medical electrical equipment - Part 2-30: Particular requirements for the basic safety and essential performance of automated non-invasive sphygmomanometers. <https://webstore.iec.ch/publication/62878>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].
- [27] IEC. Medical electrical equipment - Part 2-49: Particular requirements for the basic safety and essential performance of multifunction patient monitors. <https://webstore.iec.ch/publication/30552>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].
- [28] ISO. Medical electrical equipment - Part 2-61: Particular requirements for basic safety and essential performance of pulse oximeter equipment. <https://webstore.iec.ch/publication/31439>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].
- [29] IPQ. A Metrologia na Saúde - Guia de Boas Práticas - Parte II - Capítulo III - Bombas de Perfusão. http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/GBP_BombasPerfusao.pdf. [Online; Acedido 22-setembro-2020].
- [30] B-Braun. B|BRAUN SHARING EXPERTISE. <https://www.bbraun.pt/pt.html>. [Online; Acedido 22-setembro-2020].
- [31] ISO. Medical electrical equipment — Part 2-13: Particular requirements for basic safety and essential performance of an anaesthetic workstation. <https://www.iso.org/standard/51285.html>. [Online; Acedido 25-setembro-2020].
- [32] ISO. Medical electrical equipment - Part 2-55: Particular requirements for the basic safety and essential performance of respiratory gas monitors. <https://webstore.iec.ch/publication/30446>. [Online; Acedido 16-setembro-2020].

- [33] ISO. Medical electrical equipment — Part 2-84: Particular requirements for the basic safety and essential performance of ventilators for the emergency medical services environment. <https://www.iso.org/standard/72441.html>. [Online; Acedido 26-setembro-2020].
- [34] IEC. Medical electrical equipment — Part 2-52: Particular requirements for the basic safety and essential performance of medical beds. <https://www.iso.org/standard/36067.html>. [Online; Acedido 28-setembro-2020].
- [35] IEC. Medical electrical equipment - Part 2-3: Particular requirements for the basic safety and essential performance of short-wave therapy equipment. <https://webstore.iec.ch/publication/2642>. [Online; Acedido 30-setembro-2020].
- [36] Grupo Sanfil Medicina. Fibrilhação Ventricular. <https://www.sanfil.pt/fibrilhacao-ventricular/>. [Online; Acedido 30-setembro-2020].
- [37] ISO. Dentistry — Stationary dental units and dental patient chairs — Part 1: General requirements. <https://www.iso.org/standard/69100.html>. [Online; Acedido 29-setembro-2020].
- [38] Diário da República. Decreto-Lei n° 84/97. In *Ministério Para a Qualificação e o Emprego*, 1997.
- [39] SNS24. Centro de Contacto - Serviço Nacional de Saúde. <https://www.sns24.gov.pt/>. [Online; Acedido 14-abril-2020].
- [40] Diário da República. Decreto-Lei n° 128/93. In *Ministério da Indústria e Energia*, 1993.
- [41] DGS Direção Geral da Saúde. Prevenção e Controlo de Infecção por SARS-CoV-2 (COVID-19): Equipamentos de Proteção Individual (EPI). <https://covid19.min-saude.pt/>. [Online; Acedido 16-abril-2020].
- [42] William A. Rutala e David J. Weber. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/disinfection/index.html>, 2019. [Online; Acedido 16-abril-2020].
- [43] Primavera. ValueKeep . <https://www.valuekeep.com/pt>. [Online; Acedido 4-maio-2020].
- [44] Navaltik Management. ManWinWin Software. <https://manwinwin.com/en/maintenance-management-software/>. [Online; Acedido 4-maio-2020].

- [45] Vigie Solutions. Facilitybase. <https://www.vigiesolutions.com/pt-pt/products/facilitybase/>. [Online; Acedido 4-maio-2020].
- [46] Infraspak. Infraspak. <https://infraspak.com/pt-pt/>. [Online; Acedido 5-maio-2020].
- [47] Fiix. Fiix Software. <https://www.fiixsoftware.com/cmms-software/>. [Online; Acedido 5-maio-2020].
- [48] UpKeep. UpKeep Maintenance Management. <https://www.onupkeep.com/>. [Online; Acedido 5-maio-2020].
- [49] eMaint. eMaint Software. <https://www.emaint.com/pt/>. [Online; Acedido 13-maio-2020].
- [50] Glose. Glose Software. <https://www.glose.pt/pt-pt/>. [Online; Acedido 13-maio-2020].