

**isec**  
**Engenharia**

MESTRADO EM ENGENHARIA E GESTÃO  
DE ATIVOS FÍSICOS

**Gestão de ativos físicos em instalações e  
equipamentos hospitalares – Estágio no  
SUCH**

DEFINITIVO

Autor

**Inês David Guedes de Sousa**

Orientador

**Professor Doutor José Torres Farinha**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, novembro de 2022



# isec

## Engenharia

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA E BIOLÓGICA

### **Gestão de ativos físicos em instalações e equipamentos hospitalares – Estágio no SUCH**

Relatório de Estágio de Natureza Profissional para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos

Autor

**Inês David Guedes de Sousa**

Orientador

**Professor Doutor José Torres Farinha**

Supervisores na empresa      SUCH

**Engenheiro Álvaro Brás**

**Engenheiro Luís Duarte**

**Engenheiro Joaquim Abreu**

**Engenheiro Paulo Casimiro**

INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE COIMBRA

INSTITUTO SUPERIOR  
DE ENGENHARIA  
DE COIMBRA

Coimbra, novembro de 2022

## AGRADECIMENTOS

Chegando ao fim, quero deixar os meus sinceros agradecimentos a todos os que me ajudaram e apoiaram durante a realização deste estágio.

Em primeiro lugar, quero agradecer aos meus pais e à minha irmã, sem eles nada seria possível. Pelo esforço, pelo incentivo, pelo carinho e por acreditarem sempre em mim.

Aos meus amigos de Coimbra, aos meus afilhados e ao meu namorado por estarem sempre presentes.

Às minhas melhores amigas, pelo apoio contínuo e incentivo nos bons e maus momentos.

Ao meu orientador de estágio do ISEC, Professor José Torres Farinha pelo apoio e aconselhamento no decorrer da realização do estágio e elaboração deste documento.

Ao Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, por me ter facultado a oportunidade de estagiar na empresa SUCH.

Aos meus supervisores do SUCH, Eng.º Álvaro Brás, Eng.º Luís Duarte, Eng.º Joaquim Abreu e Eng.º Paulo Casimiro, que acompanharam diariamente o estágio sempre com muita dedicação, vontade de transmitir os seus conhecimentos, apoiando-me sempre que necessário e integrando-me como se fosse um deles desde o início.

À equipa de Serviços de Instalações de Equipamentos dos Hospitais da Universidade de Coimbra, que sempre me apoiaram no sentido de obter o maior sucesso neste estágio. Quero fazer um agradecimento especial também à Eng.ª Isabel Daniel, ao Eng.º Tiago Pereira, ao Eng.º Alberto Adrego e ao Eng.º Hélio Rodrigues por toda a partilha de conhecimentos técnicos e profissionais, apoio, disponibilidade para responder às minhas dúvidas e questões, assim como pelos excelentes momentos passados, pelas simples e agradáveis conversas e desabafos

Aos meus avôs, que me seguem lá em cima.

Por fim, mas não menos importante, um grande agradecimento à minha restante família que esteve sempre presente para me reconfortar e apoiar neste momento tão importante.

A todos um sincero obrigado!

## RESUMO

Os Ativos Físicos hospitalares têm um papel estratégico nas unidades de saúde. Com o avanço da tecnologia e a sua crescente complexidade, importa ter profissionais cada vez mais capacitados, quer na vertente da operação quer da manutenção.

Os Ativos Físicos das unidades de saúde caracterizam-se pela sua grande heterogeneidade, seja na vertente tecnológica ou na do seu ciclo de vida, pelo que se impõe uma análise rigorosa destes diversos aspetos visando a racionalidade da sua gestão.

A gestão de ativos hospitalares refere-se a todo o seu ciclo de vida, desde a sua aquisição até ao seu abate. Neste âmbito devem ser consideradas todas as variáveis necessárias à análise rigorosa do ciclo de vida, o que implica o registo temporal completo de todos os seus dados, quer de funcionamento quer de manutenção.

A ISO 55000 define gestão de ativos como a "atividade coordenada de uma organização para realizar o valor dos ativos". Esta é uma norma estruturante para qualquer organização que dependa dos seus Ativos Físicos para a sua atividade. As vertentes da disponibilidade, do ciclo de vida do investimento e do plano estratégico, são apenas alguns aspetos que serão tratados neste relatório de estágio.

No âmbito da Unidade Curricular Estágio do Mestrado de Engenharia e Gestão de Ativos Físicos foi realizado um estágio na área da gestão de ativos físicos em instalações e equipamentos hospitalares, no SUCH e no CHUC em Coimbra.

O presente relatório tem como principal objetivo descrever os conhecimentos e experiências adquiridas, assim como os trabalhos desenvolvidos, bem como as atividades e funções desempenhadas durante o período de estágio na empresa.

**Palavras-Chave:** ISO 5500X, Ativos Físicos, Manutenção, Gestão de Ativos

## **ABSTRACT**

Hospital Physical Assets play a strategic role in health units. With the advancement of technology and its growing complexity, it is important to have increasingly trained professionals, both in operation and maintenance.

The Physical Assets of health units are characterised by their great heterogeneity, whether in terms of technology or their life cycle, so that a rigorous analysis of these various aspects is required in order to rationalise their management.

Hospital asset management refers to its entire life cycle, from acquisition to disposal. In this scope, all the variables necessary for a rigorous analysis of the life cycle must be considered, which implies the complete record over time of all its data, both in regards to operation and maintenance.

ISO 55000 defines asset management as "the coordinated activity of an organisation to realise the value of assets". This is a structural standard for any organisation that depends on its Physical Assets for its activity. The aspects of availability, investment life cycle and strategic plan are just some of the aspects that will be addressed in this internship report.

In the scope of the Internship Course Unit of the Master Degree in Engineering and Management of Physical Assets, an internship was carried out in the area of physical asset management in hospital facilities and equipment, in SUCH and CHUC in Coimbra.

Its main goal is to present the knowledge and experiences acquired, as well as the work, activities and functions performed during the internship period in the company.

**Palavras-Chave:** ISO 5500X, Physical Assets, Maintenance, Asset Management





## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	i
<b>RESUMO</b> .....	ii
<b>ABSTRACT</b> .....	iii
<b>ÍNDICE</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	ix
<b>SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS</b> .....	x
<b>CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>1.1 – Apresentação do Estágio</b> .....	1
<b>1.2 – Objetivos do Estágio</b> .....	1
<b>1.3 – Questões em Estudo</b> .....	2
<b>1.4 – Instituição de Acolhimento</b> .....	2
<b>1.5 – Localização do Estágio</b> .....	3
<b>1.6 – Organização da Empresa</b> .....	4
<b>1.7 – Certificação</b> .....	5
<b>1.8 – Estrutura do Relatório</b> .....	7
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	9
<b>2.1 – Manutenção</b> .....	9
<b>2.1.1 - Definição</b> .....	9
<b>2.1.2 – Importância</b> .....	10
<b>2.1.3 – Objetivos</b> .....	11
<b>2.1.4 – Tipos de Manutenção</b> .....	11
<b>2.1.5 – Custos</b> .....	12
<b>2.2 – Gestão de Ativos</b> .....	13
<b>2.2.1 – Definição de Ativo</b> .....	13
<b>2.2.2 – Definição de Gestão de Ativos</b> .....	13
<b>2.2.3 – A importância da Gestão de Ativos</b> .....	14
<b>2.2.4 – Avaliação e Gestão de Riscos de Ativos</b> .....	14
<b>2.2.5 – Benefícios da Gestão de Ativos</b> .....	15
<b>2.3 – Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade</b> .....	15
<b>2.3.1 – Fiabilidade</b> .....	16



2.3.2 – Manutibilidade.....	17
2.3.3 – Disponibilidade.....	18
2.4 – Definição de Dispositivos Médicos .....	18
2.5 – Gestão de Equipamento Médico .....	19
2.5.1 – O ciclo de vida de um equipamento médico.....	20
2.5.2 – Análise económica do equipamento médico .....	21
2.6 – Análise Normativa .....	22
2.6.1 - IEC 60601 .....	23
2.6.2 - NP ISO 14971 .....	24
2.6.3 – NP 1441 .....	24
2.6.4 – NP IEC 62353 .....	24
2.6.5 – NP 285 .....	25
2.6.6 – NP 554 .....	25
2.6.7 – NP ISO 5500X .....	25
2.6.8 – NP IEC 62366-1 .....	26
2.6.9 – NP 794-3.....	27
2.6.10 – NP 1060-3 .....	27
2.6.11 – ISO 9919 .....	27
2.6.12 – ISO 80601-2-13.....	27
2.6.13 - ISO 80601-2-56.....	28
2.6.14 – ISO 10576-1.....	28
2.6.15 – ISO 11810 .....	28
2.6.16 – ISO 11990-1.....	29
2.6.17 - ISO 11990-2.....	29
2.6.18 – ISO 17025 .....	29
2.6.19 – ISO 10012 .....	30
2.6.20 – NP 4492.....	30
2.7 – Metrologia.....	30
<b>CAPÍTULO III – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SUCH.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1 – Equipamentos .....</b>	<b>33</b>
3.1.1 – Seringas Infusoras.....	33
3.1.2 – Monitores de Sinais Vitais .....	34
3.1.3 – Eletrobisturis.....	38
3.1.4 – Desfibrilhadores .....	39

<b>3.1.5 – Ventiladores</b> .....	41
<b>3.2 – Base de Dados</b> .....	44
<b>3.3 – Análise dos Equipamentos</b> .....	45
<b>3.4 – Conclusões</b> .....	49
<b>CAPÍTULO IV – CARACTERIZAÇÃO DO SIE DO HUC</b> .....	51
<b>4.1. – Setor da Eletricidade</b> .....	51
<b>4.2. – Setor da Mecânica</b> .....	56
<b>4.3. – Setor da Esterilização</b> .....	61
<b>4.4. – Setor de Electromedicina</b> .....	64
<b>4.5. – Ferramentas de Apoio Utilizadas</b> .....	65
<b>CAPÍTULO V – ANÁLISE CRÍTICA</b> .....	69
<b>CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO</b> .....	73
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	75
<b>ANEXOS</b> .....	79
<b>Anexo I – Análise de Equipamentos de Electromedicina</b> .....	80
<b>1 – Monitores de Sinais Vitais</b> .....	81
<b>2 – Eletrobisturis</b> .....	84
<b>3 – Desfibrilhadores</b> .....	88
<b>4 – Ventiladores</b> .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Setores de negócio do SUCH.....	2
Figura 2: SUCH Coimbra .....	3
Figura 3: Hospital Universitário de Coimbra .....	3
Figura 4: CHUC .....	3
Figura 5: Organograma da empresa. Fonte: <a href="https://www.such.pt/pt/">https://www.such.pt/pt/</a> .....	4
Figura 6: Ciclo PDCA.....	5
Figura 7: Ciclo PDCA [1] .....	6
Figura 8: Importância da manutenção .....	10
Figura 9: Tipos de Manutenção.....	11
Figura 10: Conceitos.....	15
Figura 11: Curva da banheira [14].....	17
Figura 12: Ciclo de vida de equipamentos [32] .....	20
Figura 13: Relação custo/manutenção [26].....	22
Figura 14: Símbolos das diferentes classes dos equipamentos de acordo com a proteção contra choques elétricos .....	23
Figura 15: Seringa Infusora .....	33
Figura 16: Monitor Fixo.....	34
Figura 17: Monitor Móvel.....	34
Figura 18: Cabos ECG .....	35
Figura 19: Cabo Sensor SpO2 .....	35
Figura 20: Absorção da luz de cada tipo de hemoglobina e modo de funcionamento de um oxímetro de pulso.....	36
Figura 21: Braçadeira de adulto.....	36
Figura 22: Cateter Intra Arterial.....	37
Figura 23: Cabo de Capnografia.....	37
Figura 24: Eletrobisturi.....	38
Figura 25: Técnica Monopolar.....	38
Figura 26: Técnica Bipolar .....	39
Figura 27: Desfibrilhador .....	39
Figura 28: Probabilidade de sobrevivência .....	40
Figura 29: Quatro elos da cadeia de sobrevivência.....	40
Figura 30: Ventilador Pulmonar.....	43
Figura 31: Ventilador de Transporte.....	43
Figura 32: Ventilador anestésico.....	44
Figura 33: Lista de intervenções corretivas e preventivas.....	45
Figura 34: Inventário .....	45
Figura 35: Localização dos painéis fotovoltaicos .....	54
Figura 36: Esquema de unidade de produção para autoconsumo.....	54
Figura 37: Central Térmica dos HUC .....	56
Figura 38: Gráfico ilustrativo do Consumo de Vapor pelos vários serviços.....	57
Figura 40: Caldeiras a gás.....	57

Figura 39: Caldeira a gasóleo .....	57
Figura 41: Chillers Elétricos a) Vista Lateral b) Vista Frontal .....	58
Figura 42: Bombas de circulação de água gelada.....	58
Figura 43: Bombas de circulação de água fria .....	58
Figura 44: Bombas de circulação de água quente.....	58
Figura 45: Bombas da rede de incêndio .....	59
Figura 46: Bombas da caldeira .....	59
Figura 47: Bombas doseadoras .....	59
Figura 48: Quadro elétrico do variador de frequência .....	59
Figura 49: Sistemas de AVAC nos HUC .....	60
Figura 50: Planta de uma central de esterilização .....	62
Figura 51: Software GHAF .....	65
Figura 52: PAT para mecânica.....	66
Figura 53: PAT para esterilização.....	66
Figura 54: PAT para eletricidade .....	66
Figura 55: Fluxograma do SUCH.....	67
Figura 56: Estado de obsolescência de uma UPS.....	70

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Equipamentos usados pelo SUCH .....	31
Tabela 2: Seringas Infusoras – 1º Caso .....	46
Tabela 3: Seringas Infusoras - 2º Caso .....	47
Tabela 4: Seringas Infusoras - 3º Caso .....	48
Tabela 5: Equipamentos de AVAC .....	60
Tabela 6: Monitores de Sinais Vitais - 1º Caso .....	81
Tabela 7: Monitores de Sinais Vitais - 2º Caso .....	82
Tabela 8: Monitores de Sinais Vitais - 3º Caso .....	83
Tabela 9: Eletrobisturi - 1º Caso .....	84
Tabela 10: Eletrobisturi - 2º Caso .....	85
Tabela 11: Eletrobisturi - 3º Caso .....	86
Tabela 12: Desfibrilhador - 1º Caso.....	88
Tabela 13: Desfibrilhadores - 3º Caso .....	89
Tabela 14: Ventiladores - 1º Caso .....	90
Tabela 15: Ventiladores - 2º Caso .....	91
Tabela 16: Ventiladores - 3º Caso .....	92

## **SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS**

ACSS	Administração Central do Sistema de Saúde
AVAC	Aquecimento Ventilação Ar Condicionado
CCV	Custo do Ciclo de Vida
CHUC	Centro Hospital e Universitário de Coimbra
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CQM	Contact Quality Monitor
CSGA	Certificação do Sistema de Gestão da Qualidade
DAE	Desfibrilhador Automático Externo
DGERT	Direção-Geral do Emprego e das Relações de Trabalho
DM	Dispositivos Médicos
EAS	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
ECG	Eletrocardiograma
FMEA	Análise Modal de Falhas e seus Efeitos
FTA	Análise de Arvore de Falhas
GGs	Grupos Geradores de Socorro
HAZOP	Estudo de Perigos e de Operacionalidade
IPAC	Instituto Português de Acreditação
ISEC	Instituto Superior de Engenharia de Coimbra
MEGAF	Mestrado de Engenharia e Gestão de Ativos Físicos
MSV	Monitor de Sinais Vitais
MTBF	Tempo Médio Entre Avarias
MTTR	Tempo Médio de Reparação
OMS	Organização Mundial de Saúde
PAT	Pedido de Assistência Técnica
PCR	Paragem Cardiorrespiratória
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PEEP	Positive End-Expiratory Pressure
PR	Performance Ratio
QGBT	Quadros Gerais de Baixa Tensão
SEGA	Sistema de Exaustação de Gases Anestésicos

SGQ	Sistema de Gestão da Qualidade
SGSSO	Sistema de Gestão da Saúde e Segurança Ocupacional
SIE	Serviços de Instalação de Equipamentos
SPQ	Sistema Português da Qualidade
SpO <sub>2</sub>	Saturação Periférica de Oxigénio
SUCH	Serviço de Utilização Comum dos Hospitais
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos
UCIP	Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente
UE	União Europeia
UPS	Uninterruptible Power Supply





## **CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO**

Neste capítulo é apresentada uma breve descrição do estágio (Secção 1.1), os seus objetivos no âmbito curricular (Secção 1.2), quais as questões em estudo (Secção 1.3), a empresa de acolhimento (Secção 1.4), o local de estágio (Secção 1.5), a organização da empresa (Secção 1.6), assim como a certificação da empresa (Secção 1.7) e, por fim, a estrutura do relatório (Secção 1.8).

### **1.1 – Apresentação do Estágio**

Este relatório descreve o estágio realizado por Inês David Guedes de Sousa, no âmbito da unidade curricular Estágio do segundo ano do Mestrado em Engenharia e Gestão de Ativos Físicos (MEGAF), no Instituto Superior de Engenharia de Coimbra (ISEC).

O estágio foi exercido no setor da manutenção do Serviço de Utilização Comum dos Hospitais (SUCH) em Coimbra e nos Hospitais da Universidade de Coimbra (HUC).

A orientação do estágio, por parte do ISEC, esteve ao cargo do professor Doutor José Torres Farinha tendo sido supervisionada, por parte da empresa, pelo Engenheiro Álvaro Brás na sede do SUCH em Coimbra e pelos Engenheiros Luís Duarte, Joaquim Abreu e Paulo Casimiro residentes nos HUC.

O estágio teve a duração de sete meses, durante o período de 3 de janeiro a 31 de julho de 2022.

### **1.2 – Objetivos do Estágio**

Foram estabelecidos vários objetivos para o estágio, nomeadamente:

- Aplicação/aprofundamento de conceitos adquiridos ao longo dos estudos e unidades curriculares que compõem a formação académica;
- Identificação de equipamentos, modo geral de funcionamento e avarias mais frequentes;
- Aquisição de noções relativas ao processamento administrativo de registo de manutenções;
- Aquisição de conhecimentos sobre normas utilizadas na área da manutenção e ambiente hospitalar;
- Implementação de soluções no ramo da manutenção e controlo técnico na unidade hospitalar.

### 1.3 – Questões em Estudo

As questões respondidas no final deste estudo são:

- O *software* de gestão de ativos e a respetiva base de dados do SUCH estão explorados em todas as suas potencialidades?
- Como melhorar os Cadernos de Encargos para aquisição de ativos hospitalares?
- Como fazer a interoperabilidade entre os vários programas de *software* existentes de suporte à gestão de ativos?

### 1.4 – Instituição de Acolhimento

O SUCH foi constituído em abril de 1966 e é uma associação privada sem fins lucrativos, tutelada pelos Ministérios da Saúde e das Finanças. É uma empresa que presta serviços, nomeadamente ao setor da saúde [33].

Possui vários setores de negócio, tais como: o SUCH - Engenharia, o SUCH – Ambiente, o SUCH – Nutrição, o SUCH – Serviços e o SUCH - Academia, como representado na Figura 1 [33].

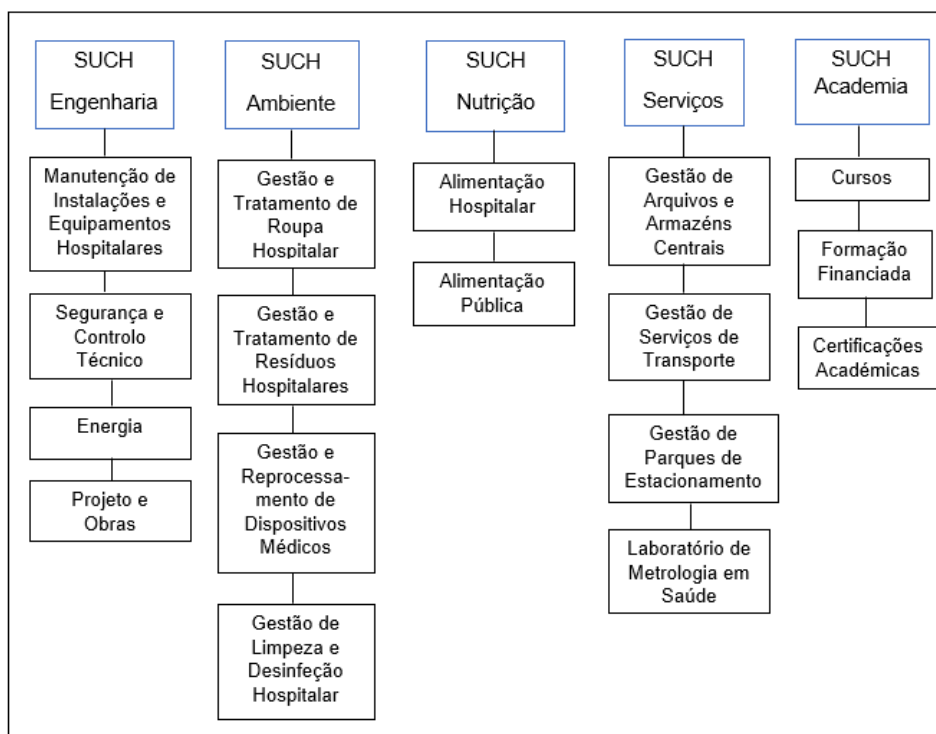


Figura 1: Setores de negócio do SUCH

O SUCH é das organizações com maior oferta integrada de serviços no ramo da saúde em Portugal, com experiência na área há mais de 50 anos, constituída por equipas especializadas com cerca de 3500 colaboradores.

Tem vários valores, tais como, a proximidade aos seus associados e clientes, a integridade e credibilidade, a transparência e excelência, a aprendizagem e inovação, o desenvolvimento sustentável e a responsabilidade social.

## 1.5 – Localização do Estágio

O estágio realizou-se nas instalações do SUCH em Coimbra (Figura 2) e nos HUC (Figura 3), pertencente ao CHUC (Figura 4).

O SUCH em Coimbra é uma das três direções regionais que dá apoio técnico ou comercial aos seus associados e clientes, acompanhando os projetos em curso e a prestação de todos os seus serviços.

O CHUC (Figura 4) é uma instituição do Serviço Nacional de Saúde que pertence à Unidade de Saúde de Coimbra. É constituído pelo Hospital da Universidade de Coimbra, Hospital Geral, Hospital Pediátrico de Coimbra, Hospital Sobral Cid, Maternidade Bissaya Barreto e Maternidade Dr. Daniel de Matos.



Figura 2: SUCH Coimbra

Fonte: <https://www.such.pt/pt/>

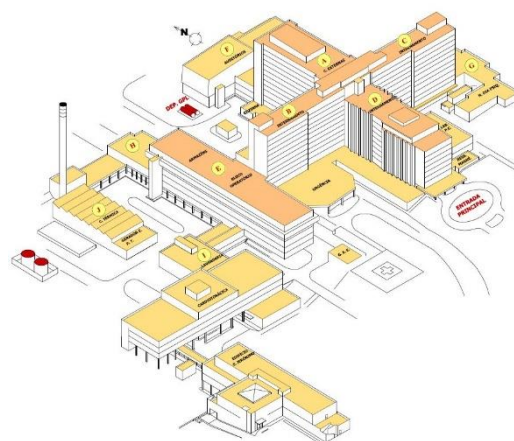


Figura 3: Hospital Universitário de Coimbra

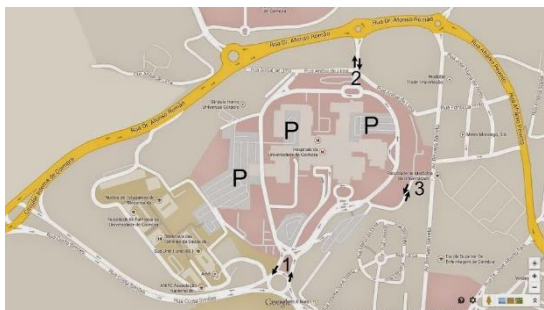


Figura 4: CHUC

Fonte: <http://utrchuc.blogspot.com/p/localizacao.html>

## 1.6 – Organização da Empresa

O SUCH apresenta o seguinte organograma (Figura 5):

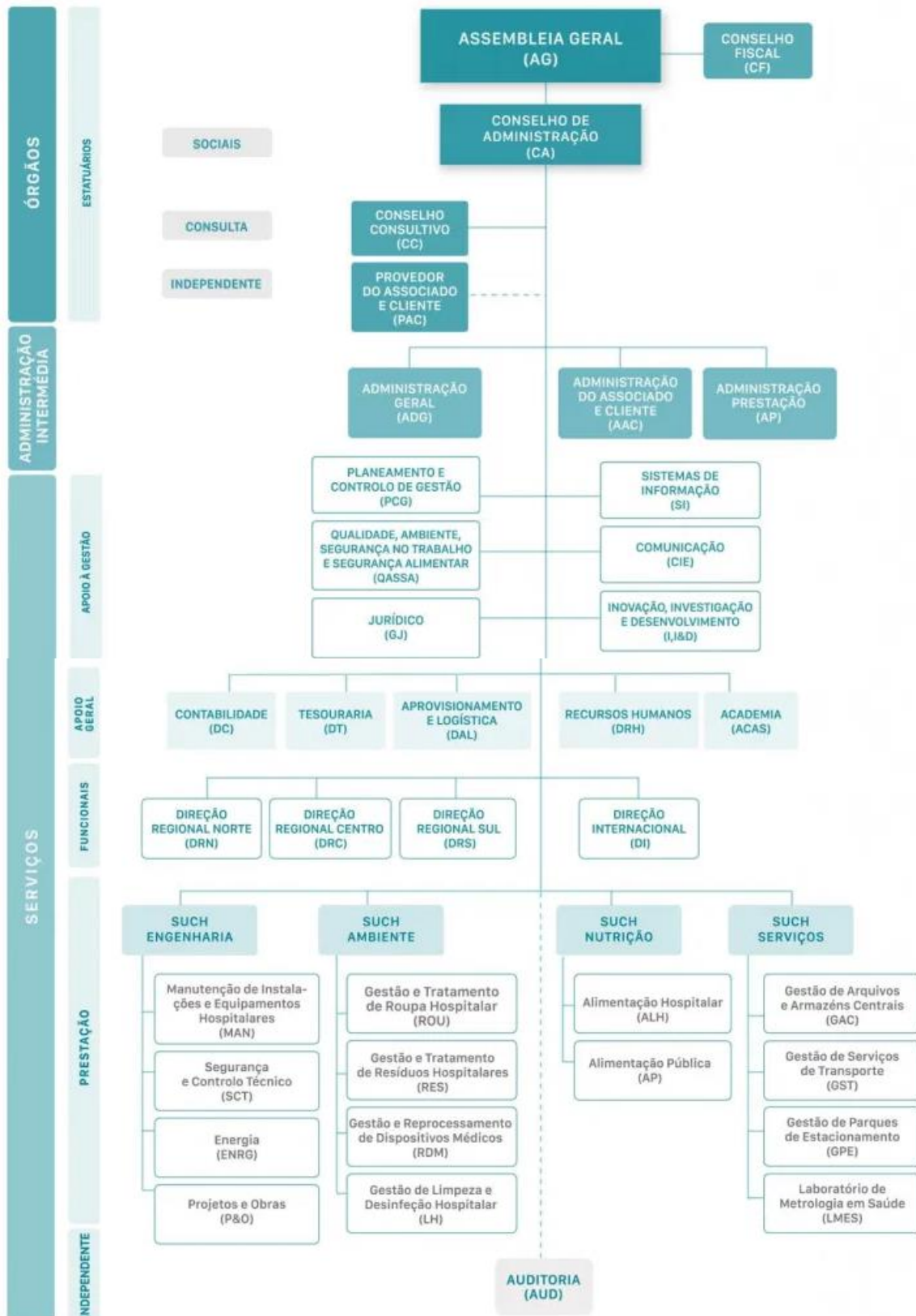


Figura 5: Organograma da empresa. Fonte: <https://www.such.pt/pt/>

## 1.7 – Certificação

O SUCH encontra-se certificado por diversas normas, como: EN ISO 9001, EN ISO 14001, EN ISO 45001, EN ISO 22000, e pela TUV Áustria [33].

- ISO 9001:2015 – Sistemas de Gestão da Qualidade

Na norma 9001 é apresentado um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) e como este deverá ser implementado. A implementação de um sistema pode ajudar a melhorar o desenvolvimento sustentável e o desempenho global da qualidade de uma organização. Esta norma adota a abordagem por processos, que incorpora o ciclo Plan – Do – Check – Act (PDCA) e o pensamento baseado em risco [18].

O ciclo PDCA (Figura 6) é um modelo de gestão que permite assegurar que os processos são geridos por recursos adequados e que as oportunidades de melhoria são determinadas e implementadas. Este ciclo deve ser realizado em organizações que procuram a contínuo aperfeiçoamento dos processos de gestão e a melhoria dos seus serviços [11].

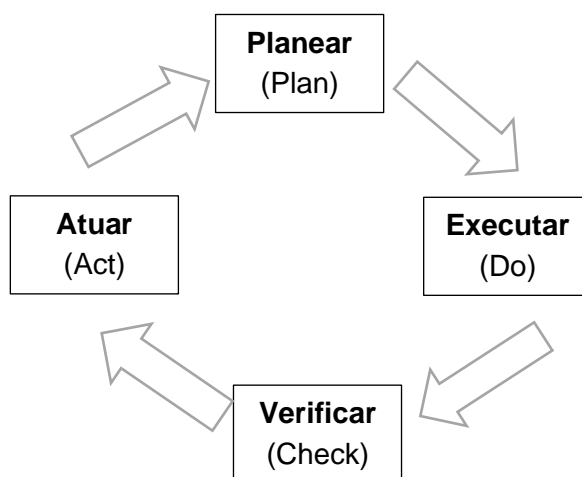


Figura 6: Ciclo PDCA

- ISO 14001:2015 – Sistemas de Gestão Ambiental

A norma ISO 14001 permite demonstrar o compromisso da empresa com a proteção do meio ambiente, reforçando a sua imagem e acompanhando a constante evolução do mercado. A conformidade com a ISO 14001 assegura que a organização usa racionalmente a energia e os recursos, além da redução de custos ao longo do tempo. Desta forma, a Certificação do Sistema de Gestão Ambiental (Figura 7) pela SGS ICS ajuda a organização a desenvolver e a melhorar o seu desempenho [1].

A mesma prevê requisitos para a gestão mais eficaz dos aspetos ambientais das atividades da empresa, tendo em consideração a proteção ambiental, prevenção da poluição, cumprimento legal e necessidades socioeconómicas [1].



Figura 7: Ciclo PDCA [1]

Esta norma apresenta vários benefícios, como: a demonstração de elevados níveis de conformidade ambiental nos concursos a contratos internacionais ou na expansão local de novos negócios, avaliações regulares para apoiar a utilização, monitorização e melhoria de processos, melhoria na fiabilidade das operações internas e na motivação dos seus colaboradores [1].

- ISO 45001:2019 – Sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho

A norma ISO 45001 é constituída por um Sistema de Gestão da Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO) sendo um elemento fundamental na estratégia de gestão do risco organizacional. A implementação de um SGSSO permite à organização: proteger a sua força de trabalho, cumprir os requisitos legais e facilitar o desenvolvimento contínuo [3].

A ISO 45001 pode ser alinhada com outras normas dos sistemas de gestão, como a ISO 9001:2015 e a ISO 14001:2015 [3].

O objetivo desta norma é fornecer à organização um nível elevado de compreensão das questões que podem afetar, positivamente ou negativamente, a forma como esta gere as suas responsabilidades de saúde e segurança ocupacional em relação aos seus colaboradores [3].

- ISO 22000:2018 - Sistema de Gestão da Segurança Alimentar

A certificação ISO 22000 abrange todos os processos da cadeia alimentar que afetam a segurança do produto final e especifica os requisitos de um sistema de gestão da segurança de alimentos [2].

A ISO 22000 cria um padrão único de segurança de alimentos que equilibra as diferentes normas num único conjunto de requisitos. Estes são fáceis de compreender, simples de aplicar e reconhecidos em todo o mundo. Esta norma de segurança de alimentos é reconhecida internacionalmente e pode ser utilizada por todas as organizações da cadeia de fornecedores, desde a recolha de alimentos, ao processamento, transporte e embalagem [2].

A certificação ISO 22000 pode ajudar a organização a confirmar o compromisso da sua organização com a segurança dos alimentos, vender mais facilmente os seus produtos, através da cadeia de fornecedores, melhorar a sua posição com a demonstração do seu compromisso com as normas da segurança alimentar e controlar e reduzir os perigos para a segurança dos alimentos [2].

São certificados pela Direção-Geral do Emprego e das Relações de Trabalho (DGERT) como entidade formadora nas áreas de direito, eletricidade e energia, eletrónica e automação, indústrias alimentares, terapia e reabilitação, hotelaria e restauração, serviços domésticos, serviços de saúde pública e segurança e higiene no trabalho [33].

Por último, o SUCH é certificado pela Certif como empresa que executa atividades de reparação, manutenção, assistência técnica e desmantelamento em equipamentos fixos de refrigeração, ar condicionado e bombas de calor, contendo gases fluorados com efeito de estufa [33].

## **1.8 – Estrutura do Relatório**

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos:

- Capítulo I – Introdução: é feita uma breve apresentação do estágio, os seus objetivos e cronograma, as questões em estudo, a empresa de acolhimento, o local de estágio, a organização da empresa, assim como a certificação da empresa, e por fim a estrutura do relatório;
- Capítulo II – Revisão de literatura: neste capítulo é feita uma revisão de literatura sobre a manutenção nomeadamente: a sua definição, a sua importância, os seus objetivos, os diversos tipos, os seus custos; além disso, são referidos conceitos da gestão de ativos; a definição de fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade, a definição de dispositivo médico; a gestão de

equipamentos médicos; também são especificadas algumas normas importantes na área e são apresentados os equipamentos de teste;

- Capítulo III – Atividades desenvolvidas no SUCH: neste capítulo são descritas todas as atividades desenvolvidas no SUCH, bem como todos os equipamentos utilizados;
- Capítulo IV – Caracterização do SIE do HUC: neste capítulo é descrito o funcionamento do SIE do HUC em cada um dos setores e o uso de softwares;
- Capítulo V - Análise Crítica: neste capítulo é realizada uma análise referente à manutenção, gestão de ativos e metrologia;
- Capítulo VI – Conclusões e Propostas de Melhoria: neste capítulo é feita uma breve reflexão sobre algumas das principais conclusões e algumas sugestões de melhoria nos processos de manutenção.



## CAPÍTULO II – REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é feita uma revisão de literatura sobre manutenção (Secção 2.1); são referidos conceitos da gestão de ativos (Secção 2.2); a definição de fiabilidade, manutibilidade e disponibilidade (Secção 2.3), e a definição de dispositivo médico (Secção 2.4); a gestão de equipamentos médicos (Secção 2.5); também são especificadas algumas normas importantes na área (Secção 2.6) e conceitos de metrologia (Secção 2.7).

### 2.1 – Manutenção

#### 2.1.1 - Definição

Em termos gerais, o conceito manutenção é um conjunto de ações que tem o objetivo de manter um bem a funcionar nas melhores condições [9].

Segundo a NP EN 13306:2017 (Terminologia de Manutenção), manutenção é “*a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que ele pode desempenhar a função requerida*”.

Pinto define manutenção como “*um conjunto integrado de atividades que se desenvolve em todo o ciclo de vida de um equipamento, sistema ou instalação e que visa manter ou repor a sua operacionalidade nas melhores condições de qualidade, custo e disponibilidade, com total segurança*” [27].

Farinha aponta como uma possível definição de manutenção a “*combinação de ações de gestão, técnicas e económicas, aplicadas aos bens, para otimização dos seus ciclos de vida*” [10].

Cabral faz um apanhado das definições e define manutenção de uma forma mais abrangente como “*o conjunto das ações destinadas a assegurar o bom funcionamento das máquinas e das instalações, garantindo que elas são intervencionadas nas oportunidades e com o alcance certos, de maneira a evitar que avariem ou baixem de rendimento e, no caso de tal acontecer, que sejam repostas em boas condições de operacionalidade com a maior brevidade, tudo a um custo global otimizado*” [6].

A manutenção de equipamentos incide na sua conservação e acompanhamento, garantindo assim o seu correto funcionamento, bem como a possível melhoria do seu estado. A manutenção hospitalar é uma atividade complexa devido à quantidade, variedade e complexidade dos equipamentos biomédicos existentes no universo hospitalar. São estabelecidos protocolos de manutenção preventiva e corretiva, revisões de base legal, etc., em conformidade com as instruções/recomendações do fabricante do equipamento e com a legislação em vigor [9].

### 2.1.2 – Importância

Pinto justifica a importância da manutenção, analisando três aspetos fundamentais: económicos, legais e sociais. A perspetiva económica aponta para uma maximização do rendimento dos investimentos efetuados nas instalações e equipamentos, o prolongamento da sua vida útil e o aumento das taxas de operacionalidade. Estes resultados são alcançados através da redução dos desperdícios, rejeições e reclamações sobre os produtos ou serviços, evitando atrasos ou interrupções da produção, traduzindo-se na redução dos consumos e melhor aproveitamento dos recursos humanos. A vertente legal dá importância a posições de prevenção, como a poluição (emissões gasosas, descargas líquidas e resíduos), a insegurança ou riscos de acidente e o incómodo (ruído, fumos ou odores). Na parte social é considerado um conjunto de medidas que, não sendo imposições legais, podem contribuir para a preservação ou melhoria da imagem da empresa [27].

Deste modo, é sentida uma crescente importância da manutenção, tornando-se um dos vetores fundamentais da economia das empresas. É considerada o centro de respostas aos desafios colocados às empresas (Figura 8) [7].

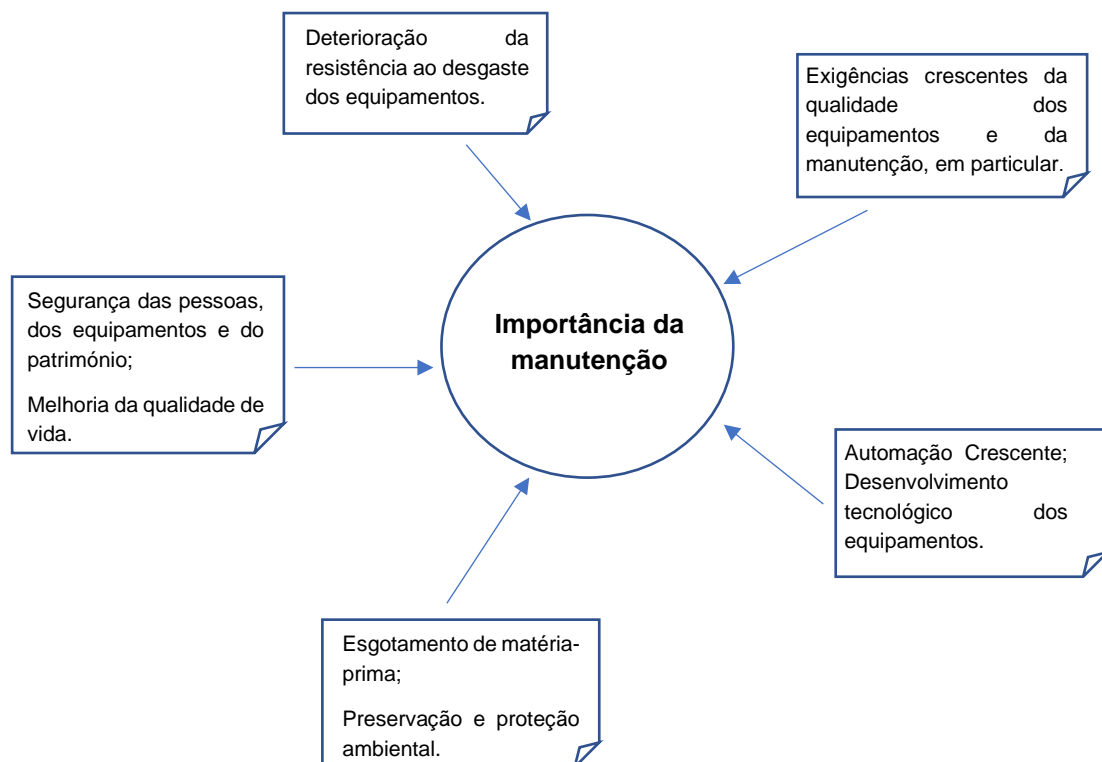


Figura 8: Importância da manutenção

### 2.1.3 – Objetivos

Segundo a Norma NP EN 13306:2017 (Terminologia de Manutenção), os objetivos da manutenção são como “*metas fixadas e aceites para as atividades de manutenção. Estas metas podem incluir a disponibilidade, os custos, a qualidade do produto, a preservação do ambiente e a segurança*”.

Os objetivos da manutenção centram-se em manter os equipamentos num estado de funcionamento seguro e eficiente, garantido uma disponibilidade e fiabilidade adequada, que proporcione a conseqüente redução dos custos. Sendo que o principal objetivo passa por garantir altos níveis de produção dos bens.

### 2.1.4 – Tipos de Manutenção

Existem vários tipos de manutenção, como os representados na Figura 9:

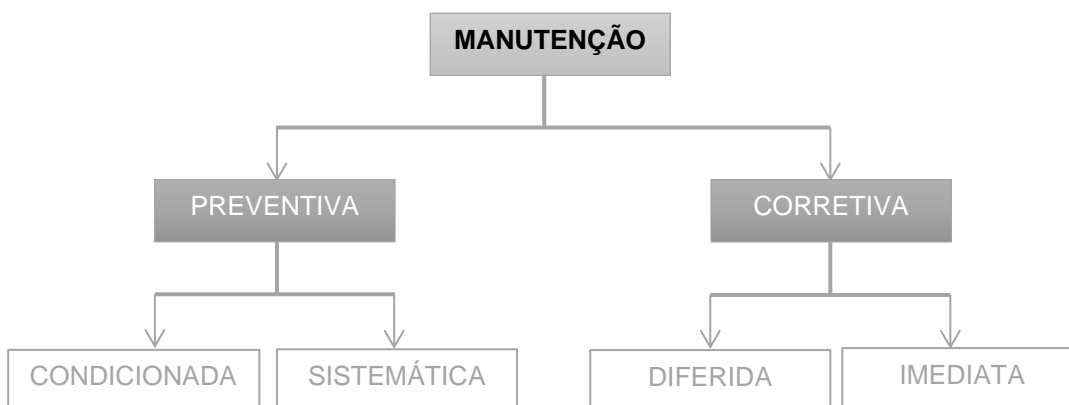


Figura 9: Tipos de Manutenção

#### 2.1.4.1 – Manutenção Preventiva

Consiste na realização de manutenção a equipamentos em intervalos pré-determinados ou de acordo com critérios específicos com o objetivo de reduzir a probabilidade de avaria [5].

A manutenção preventiva divide-se em:

- Manutenção Preventiva Condicionada

A manutenção é realizada no momento em que há evidências visíveis de defeito iminente ou quando há um patamar de degradação pré-determinado atingido. Também é conhecida como manutenção preventiva preditiva e funciona como manutenção por diagnóstico ou manutenção baseada na avaliação da condição [5].

- Manutenção Preventiva Sistemática

É estabelecido um intervalo de tempo constante para a realização da manutenção ou um número definido de unidades de utilização, mas sem controlo prévio do estado do bem [5].

#### 2.1.4.2 – Manutenção Corretiva

Segundo a NP EN 13306 define-se como manutenção corretiva a manutenção efetuada depois da deteção de uma avaria e destinada a repor um bem num estado em que pode realizar uma função requerida.

A manutenção corretiva divide-se em:

- Manutenção Corretiva Diferida

Este tipo de manutenção não é efetuado depois da deteção da avaria, mas sim é retardada de acordo com as regras de manutenção determinadas [5].

- Manutenção Corretiva Imediata

A manutenção é efetuada imediatamente após a deteção da avaria, para evitar consequências inaceitáveis [5].

#### 2.1.5 – Custos

Atualmente, a função de um gestor da manutenção, vai além da função de reduzir os efeitos e as consequências que as avarias em equipamentos possam provocar na prestação de serviços. Para isso é necessário implementar medidas que permitam a redução de custos a nível da manutenção, tais como a gestão e o planeamento dos períodos de intervenções técnicas dos equipamentos, assegurando a sua utilização. Este planeamento inicia-se na fase de aquisição dos equipamentos, avançando nas fases de instalação e serviço, até que se torne obsoleto no serviço que realiza e ocorra o seu abate [30].

Existem vários tipos de custos de manutenção [28]:

- Custos diretos: encontram-se diretamente ligados ao processo de manutenção.
  - Exemplos: mão-de-obra (salários dos técnicos), materiais e serviços.
- Custos indiretos: encontram-se ligados aos passivos.
  - Exemplos: amortização de equipamentos, *stock* de materiais.
- Custos extra: encontram-se associados ao ciclo de vida e à deterioração do equipamento.
  - Exemplos: abate prematuro, ciclo de vida do equipamento, deterioração precoce e excessiva, e paragem de serviços.

Na maioria dos hospitais, os serviços de manutenção são adjudicados e subcontratados a empresas externas (após o período de garantia), devido à falta de recursos humanos internos ou à inexistência de um nível de formação adequado. Isto verifica-se pelas razões mencionadas, mas, sobretudo devido às propostas financeiras apelativas das empresas que praticam este tipo de serviços e à estratégia de gestão de equipamentos praticada pelo Serviço de Instalação de Equipamentos (SIE) do hospital [30].

## **2.2 – Gestão de Ativos**

### **2.2.1 – Definição de Ativo**

Segundo a norma ISO 55000:2014 (Gestão de Ativos - visão geral, princípios e terminologia), um ativo é definido como *“todo e qualquer item, coisa ou entidade”*, ou seja, é um conceito bastante abrangente e que inclui todo o tipo de bens. Os bens podem ser materiais ou imateriais, os primeiros são aqueles que existem fisicamente (equipamentos e materiais de escritório), os segundos são, por exemplo, *software* de computadores. Por isso, os ativos são bens que têm valor por si mesmos ou que produzem valor para os seus proprietários [19].

O tempo de vida de ativos varia de apenas alguns anos a várias dezenas de anos. Pelo que, os ativos necessitam de ser monitorizados, analisados e diagnosticados, para conseguir obter um plano onde haja margem para melhorias [19].

### **2.2.2 – Definição de Gestão de Ativos**

De acordo com a norma ISO 55000:2014 (Gestão de Ativos – visão geral, princípios e terminologia), a gestão de ativos é *“a atividade que inclui a abordagem, o planeamento e a implementação dos planos pretendidos de uma organização, com o objetivo de gerar valor de um ativo”*. Normalmente, a geração de valor irá envolver um equilíbrio entre custos, riscos, oportunidades e benefícios de desempenho.

A gestão de ativos requer uma compreensão técnica, com fundamentos de engenharia e científicos. Esta análise permite que a organização avalie as suas necessidades e o desempenho dos seus sistemas, mas também a aplicação de novas abordagens ao nível do ativo em todas as diferentes fases do seu ciclo de vida.

Concluindo, a gestão de ativos é a ciência capaz de tomar as decisões e otimizar o acréscimo de valor aos bens. O objetivo é minimizar o máximo de custos. No entanto, poderá haver outros fatores críticos, como o risco ou a continuidade dos negócios que devem ser considerados objetivamente aquando da tomada de decisão.

A gestão de ativos é fundamentada em metodologias mais contemporâneas no campo da gestão industrial, engenharia de serviços e cálculo de probabilidade, como, por exemplo:

- Gestão baseada em Risco;
- Avaliação da inter-relação custos de produção/riscos;
- Gestão da incerteza;
- Custos do Ciclo de Vida;
- Custos de Manutenção;
- Fiabilidade Operacional;
- Manutenção focada na fiabilidade.

### **2.2.3 – A importância da Gestão de Ativos**

A gestão de ativos compreende um conjunto coordenado de atividades com o objetivo de extrair o máximo do valor dos ativos da empresa. Isso inclui a gestão de custos, oportunidades e riscos, comparando com o desempenho que se espera de cada ativo, para que sejam alcançados os objetivos da empresa.

O trabalho inicia-se antes da compra do ativo, logo é necessário fazer uma análise sobre que ativo escolher e só depois efetuar a compra.

Para isso, é necessária uma equipa especializada em gestão e o uso de ferramentas adequadas, senão os ativos são utilizados de forma ineficiente e a organização deixa de lucrar.

Quando uma empresa investe e valoriza a gestão de ativos tem a probabilidade de se adaptar a procedimentos e normas internacionais. É importante que os ativos funcionem em condições ideais e num ambiente organizado.

A gestão de ativos é um assunto estratégico e indispensável no planeamento geral da organização.

### **2.2.4 – Avaliação e Gestão de Riscos de Ativos**

Na ISO 55000:2014 (Gestão de Ativos – visão geral, princípios e terminologia), o risco é definido como “*o efeito da incerteza sobre os objetivos*”, ou seja, o desvio que é esperado. A gestão de riscos lida com a incerteza sistemática e estruturada, usando a melhor informação para chegar à melhor decisão. As atividades de gestão de risco são a identificação, a avaliação, a priorização e tratamento dos riscos. O objetivo é monitorizar, controlar e reduzir as consequências de eventos indesejados que poderão prejudicar ou impedir a realização dos objetivos da organização.

## 2.2.5 – Benefícios da Gestão de Ativos

Alguns dos benefícios da gestão de ativos, são:

- Melhor desempenho financeiro;
- Gestão efetiva da geração de valor, gestão de risco e responsabilidades;
- Subsídio para tomada de decisão de investimento em ativos;
- Melhores serviços e saídas de produção;
- Redução de custos de capital e manutenção;
- Aumento da disponibilidade do ativo;
- Aumento da segurança das pessoas e processos;
- Contribuição para a reputação da organização.

## 2.3 – Fiabilidade – Manutibilidade – Disponibilidade

Os conceitos de Fiabilidade, Manutibilidade e Disponibilidade estão representados na Figura 10. Para assegurarmos a função requerida de um equipamento é necessário um bom funcionamento aliado a uma correta reparação.



Figura 10: Conceitos

Segundo Cabral, a fiabilidade é “a aptidão de um bem para realizar uma determinada função durante um dado período e em condições bem definidas”. Enquanto a manutibilidade é “a aptidão de um bem em condições de uso especificadas para ser mantido ou restaurado de tal modo que possa realizar as funções que lhe são exigidas

quando a manutenção é realizada em condições definidas utilizando procedimentos e recursos prescritos” [6].

### 2.3.1 – Fiabilidade

O Tempo Médio Entre Avarias (MTBF) representa o tempo que decorre, em média, entre duas avarias no mesmo equipamento. É um dos principais indicadores da disponibilidade e fiabilidade de um equipamento. Quanto mais elevado o valor do MTBF, mais fiável é o equipamento [17].

O MTBF é calculado através da expressão 1:

$$MTBF = \sum \frac{\text{tempo de funcionamento entre falhas}}{N^{\circ} \text{ de avarias no período}} \quad (1)$$

O tempo de funcionamento entre falhas corresponde ao número de horas em que o equipamento funcionou sem avarias. O número de avarias corresponde ao número de falhas no equipamento.

O cálculo do MTBF requer o conhecimento do tempo diário de funcionamento do equipamento e a definição bem precisa do que é uma manutenção corretiva.

Segundo a norma NP EN 13306, a fiabilidade é “a aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições, durante um dado intervalo de tempo”.

A Fiabilidade (R) de um equipamento pode ser definida como a probabilidade de continuar a respeitar as especificações para que foi concebido, num período de tempo e em condições de operação bem definidas. A Não Fiabilidade (F) de um equipamento é definida como a probabilidade de falhar no cumprimento das especificações para as quais foi concebido, num período de tempo e em condições de operação bem definidas [28].

A Fiabilidade e Não Fiabilidade variam com o tempo, mas a sua soma é sempre igual a 1, como verificamos na expressão 2 [28]:

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (2)$$

A Figura 11 representa, a taxa de falhas de um equipamento desde a fase de arranque até à fase de abate [28].





Figura 11: Curva da banheira [14]

A curva ilustrada na Figura 11 é conhecida como Curva da Banheira, e consiste em três fases [17]:

- Fase inicial: caracteriza-se pelas falhas de início de atividade e relaciona-se com vários elementos, como: problemas de montagem e instalação, de aplicação e fabrico, de adaptação e conhecimento geral do ambiente de trabalho.
- Fase de vida útil: período caracterizado por uma taxa de falha praticamente constante. É um período onde a taxa de falhas desce drasticamente e estabiliza no tempo. A origem das falhas neste período fica a dever-se a fatores, como excesso de carga, negligência no uso do equipamento, políticas de manutenção, rigor nas rotinas e falhas aleatórias (forçadas e/ou naturais).
- Fase final: caracterizada pelo aumento do número de avarias ou falhas, onde o gráfico da curva da banheira tem um declive positivo. Corresponde à fase de desgaste.

### 2.3.2 – Manutibilidade

Segundo a norma NP EN 13306, a manutibilidade é *“a aptidão de um bem sob condições de utilização, definidas de ser mantido ou repostado num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimento e meios prescritos”*.

O Tempo Médio de Reparação (MTTR) é a capacidade de um equipamento ser mantido em boas condições operacionais e, no caso deste falhar, tem por objetivo repor o equipamento nas condições operacionais com um tempo de reparação o mais curto possível, sempre no respeito pelas regras de segurança e normas em vigor.

O MTTR é calculado através da expressão 3 [29]:

$$MTTR = \frac{\text{Tempo total de reparação}}{\text{Número de avarias}} \quad (3)$$

O MTTR é um indicador de manutibilidade do equipamento, um valor relativamente baixo diz-nos que as reparações se fazem rapidamente, logo o equipamento tem boa manutibilidade.

### 2.3.3 – Disponibilidade

Segundo a norma NP EN 13306, a disponibilidade é *“a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, em dado instante ou durante determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios exteriores”*.

A disponibilidade é a combinação dos níveis de fiabilidade e manutibilidade de um equipamento, ou seja, é a probabilidade de assegurar a função requerida num determinado equipamento.

A disponibilidade é calculada através da expressão 4 [29]:

$$Disp. = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \quad (4)$$

Este cálculo não considera ações de manutenção preventiva. O MTBF e o MTTR são calculados a partir de um conjunto de valores verificados num determinado período de tempo, o que permitirá o conhecimento da sua distribuição.

### 2.4 – Definição de Dispositivos Médicos

Segundo a Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde de I. P. (Infarmed), a definição para dispositivos médicos é *“qualquer instrumento, aparelho, equipamento, software, material ou artigo utilizado isoladamente ou combinado, incluindo o software destinado pelo seu fabricante a ser utilizado especificamente para fins de diagnóstico ou terapêutico e que seja necessário para o bom funcionamento do dispositivo médico, cujo principal efeito pretendido no corpo humano não seja alcançado por meios farmacológicos, imunológicos ou metabólicos, embora a sua função possa ser apoiada por esses meios, destinado pelo fabricante a ser utilizado em seres humanos para fins de:*

- *Diagnóstico, prevenção, controlo, tratamento ou atenuação de uma doença;*

- *Diagnóstico, controlo, tratamento, atenuação ou compensação de uma lesão ou uma deficiência;*
- *Estudo, substituição ou alteração da anatomia ou de um processo fisiológico;*
- *Controlo da conceção” [16].*

A classificação dos dispositivos médicos tem por objetivo a aplicação de um sistema gradual de controlo, correspondente ao nível dos potenciais riscos inerentes ao tipo de dispositivo envolvido na área hospitalar [16]:

- Classe I – baixo risco: recolha de fluídos corporais, imobilização de partes do corpo, suporte externo do paciente, dispositivos não invasivos, tais como, por exemplo, pensos e compressas não esterilizadas;
- Classe II – médio risco: dispositivos que controlam o microambiente de uma ferida, dispositivos invasivos de orifícios do corpo com função de medição, invasivos de caráter cirúrgico e dispositivos utilizados na desinfeção de equipamentos médicos, tais como, por exemplo, bombas infusoras, seringas perfusoras;
- Classe III – alto risco: dispositivos que incorporam uma substância medicamentosa e que constituem um único produto não reutilizável e dispositivos utilizados na contraceção implantáveis ou invasivos de utilização a longo prazo, tais como, por exemplo, monitor desfibrilhador e eletrobisturi;

Estas classes de risco são determinadas tendo em consideração alguns fatores:

- Duração do contacto com o corpo humano (temporário, curto prazo ou longo prazo);
- Invasibilidade do corpo humano (invasivo ou não invasivo);
- Anatomia afetada pela utilização (cérebro, coração, membros inferiores);
- Riscos potenciais decorrentes da conceção técnica e do fabrico.

## **2.5 – Gestão de Equipamento Médico**

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), cabe à gestão de equipamentos médicos assegurar que os cuidados de saúde sejam prestados de forma efetiva e segura, tendo em consideração o aumento da diversidade de equipamentos médicos existentes nas instituições de saúde [34]. Outro dos objetivos é reduzir os custos intrínsecos, decorrente da utilização das tecnologias médicas, bem como, melhorar o seu planeamento, organização, aquisição e manutenção.

A gestão de equipamentos médicos cabe à engenharia hospitalar. Esta aplica conhecimentos de engenharia e de gestão e tem a cargo as seguintes competências:

- Aquisição;

- Instalação;
- Inventariação e atualização do parque de equipamentos, onde estão incluídos os acessórios;
- Formação do pessoal;
- Elaboração de programas de gestão da manutenção;
- Realização de manutenções preventivas e corretivas;
- Avaliação dos resultados (elaboração de relatórios de produtividade relativa à manutenção).

Neste entendimento, é compreensível que devem ser introduzidas medidas de planeamento com o objetivo de obter um equilíbrio financeiro e controlo da manutenção [34].

### 2.5.1 – O ciclo de vida de um equipamento médico

A Figura 12 apresenta as diferentes fases do ciclo de vida de um equipamento, desde o período entre a sua inovação até à sua obsolescência.

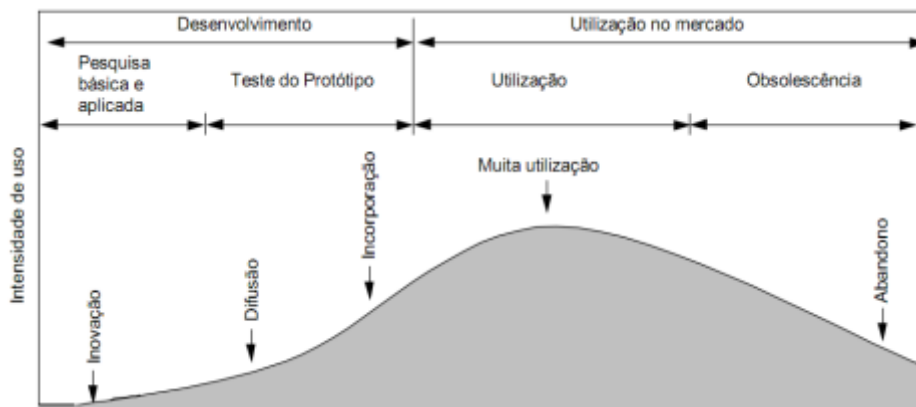


Figura 12: Ciclo de vida de equipamentos [32]

A fase de inovação compreende a invenção da tecnologia, elaboração do projeto, prototipagem até à primeira utilização prática. Após esta fase, é necessário efetuar testes de controlo e qualidade [32].

No início da fase de difusão, há o lançamento da tecnologia. É nesta fase que os primeiros usos possibilitam identificar alterações técnicas necessárias para que, após estas correções, a tecnologia seja estabelecida para incorporação no financiamento do sistema de saúde ou no processo de aquisição em serviços de saúde, período mais indicado para adesão da mesma [32].

Posteriormente, ocorrerá a fase de utilização plena da tecnologia, até que esta apresente indicadores de desgaste e obsolescência, altura em que será necessário descartá-la [32].

Por fim, a importância deste processo de incorporação/aquisição consiste no facto de que uma especificação e/ou instalação errada da tecnologia em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) poderá impactar em desperdícios de recursos durante a vida útil dos equipamentos médicos [32].

Existem vários fatores que influenciam a vida útil de um equipamento, como:

- **Condições Ambientais:**
  - Acidentes – choque, quedas, quebras;
  - Catástrofe – incêndios e cheias;
  - Deterioração pelo tempo – exposição a elementos destrutivos (ferrugem), elementos químicos, variações de temperatura, efeitos mecânicos de congelamento e aquecimento;
  - Desgaste por uso – fricção, vibração, compressão e temperatura.
- **Situações Funcionais:**
  - Quando os equipamentos não atendem às necessidades do serviço, por exemplo, um transformador de 110 V numa área para 220 V;
  - Obsolescência;
  - Interferência do utilizador – falta ou formação inadequada, mau uso do equipamento.

### **2.5.2 – Análise económica do equipamento médico**

O Custo de Ciclo de Vida (CCV) é o gasto total do equipamento ao longo do seu ciclo de vida, incluindo o preço de compra e os custos operacionais (manutenção e consumo de energia elétrica). O CCV de um equipamento é o somatório de todos os capitais despendidos no suporte deste ativo desde a conceção e fabrico, até ao seu abate. Apesar de se acrescentar o custo de instalação, formação do pessoal, operação, manutenção e desativação.

Logo, é importante que as instituições hospitalares planeiem e façam a gestão dos equipamentos em todas as fases de funcionamento. Para isso é necessário calcular uma estimativa do custo do ciclo de vida de cada equipamento, que se inicia antes de se efetuar a compra do equipamento, para que sejam estudadas todas as alternativas possíveis.

Na Figura 13 está ilustrado o que foi mencionado anteriormente, ou seja, os custos totais incluem custos de manutenção e custos de não prestação de serviços.

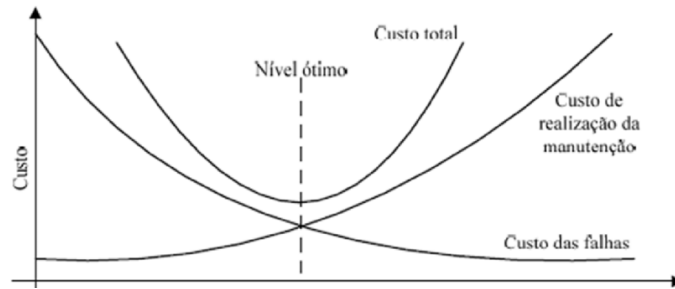


Figura 13: Relação custo/manutenção [26]

## 2.6 – Análise Normativa

A área da eletromedicina e dos seus equipamentos está interligada com diversas organizações/instituições internacionais que redigem normas, designadamente as seguintes:

- International Electrotechnical Commission (IEC) – organização mundial que visa preparar e publicar padrões internacionais nas áreas da eletricidade, eletrónica e tecnologias relacionadas;
- International Organization for Standardization (ISO) – organização internacional que fornece especificações para produtos, serviços e sistemas, com a finalidade de garantir a qualidade, a segurança e a eficiência;
- American National Standards Institute (ANSI) – instituição americana com o objetivo de melhorar a competitividade global das empresas dos Estados Unidos da América (EUA) e a qualidade da saúde de vida para os consumidores;
- Association for the Advancement of Medical Instrumentation (AAMI) – organização cuja principal missão consiste em servir o bem-estar público e melhorar a segurança do paciente, apoiando o desenvolvimento e utilização segura da tecnologia de saúde, reconhecendo os profissionais que trabalham na área;
- National Sanitation Foundation (NSF) – organização responsável pelo desenvolvimento de normas de saúde pública e programas de certificação que ajudam a proteger os alimentos, a água, os produtos de consumo e o meio ambiente;

Nas subsecções seguintes são apresentadas, muito sumariamente, algumas normas que podem ser aplicadas aos equipamentos de electromedicina.

### 2.6.1 - IEC 60601

A norma IEC 60601:2015 (Equipamento elétrico médico) é a principal norma sobre testes de segurança elétrica. Os equipamentos são divididos por classes (figura 14):

- Classe I – peça ativa coberta por isolamento básico e aterramento de proteção;
- Classe II – peça ativa coberta por isolamento duplo ou reforçado;
- Classe IP – fonte de alimentação interna.



Figura 14: Símbolos das diferentes classes dos equipamentos de acordo com a proteção contra choques elétricos

Cada peça aplicada no paciente tem um tipo:

- Tipo B – fornece menor grau de proteção contra os choques elétricos, não apresentando nenhum sistema de isolamento elétrico entre as partes aplicadas e a rede elétrica;
- Tipo BF – isolamento entre as partes aplicadas, rede elétrica, outras partes aterradas ou acessíveis do equipamento;
- Tipo CF – fornece o maior grau de proteção contra choques elétricos, pelo alto nível de isolamento das partes aterradas ou acessíveis do equipamento.

Esta norma está relacionada com a utilização de equipamentos elétricos de origem médica, e visa estabelecer requisitos gerais para a segurança básica e desempenho essencial de equipamentos elétricos médicos.

Assim, tal como foi mencionado, a norma IEC aplica-se a todos os dispositivos eletromédicos, isto é, equipamentos que surjam definidos na norma como equipamentos elétricos que envolvam transferência de energia de ou para o paciente e cujos requisitos incluam:

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

A norma IEC 60601 compreende mais de setenta normais particulares para distintos equipamentos:

- IEC 60601-1-1: Equipamentos elétricos médicos;
- IEC 60601-2-2: Eletrobisturis;
- IEC 60601-2-4: Desfibrilhadores;
- IEC 60601-2-12: Ventiladores;

- IEC 60601-2-19: Incubadoras;
- IEC 60601-2-24: Bombas de infusão;
- IEC 60601-2-25: Eletrocardiógrafos;
- IEC 60601-2-30: Equipamentos de monitorização automática de pressão arterial não invasiva;
- IEC 60601-2-45: Equipamentos para mamografia;
- IEC 60601-2-49: Monitores multiparâmetros;
- IEC 60601-2-76: Equipamentos de hemostasia de gás ionizado de baixa energia.

#### **2.6.2 - NP ISO 14971**

A norma NP ISO 14971:2019 (Gestão de risco em dispositivos médicos) pretende estabelecer requisitos para um sistema de avaliação de risco para dispositivos médicos, ou seja, poder determinar a sua segurança por parte do fabricante durante o seu ciclo de vida.

#### **2.6.3 – NP 1441**

A norma NP 1441:2000 (Dispositivos médicos - análise de risco) pretende avaliar a utilização a que se destina o dispositivo, o seu desempenho, os seus riscos e benefícios, assim como aqueles associados ao procedimento clínico. Tem informação sobre:

- Identificação dos perigos;
- Estimativa de riscos;
- Estimativa dos riscos toxicológicos;
- Perigos relativamente à energia;
- Perigos de natureza biológica;
- Perigos relativos ao ambiente;
- Perigos relacionados com a utilização do dispositivo;
- Perigos decorrentes de uma falha funcional, de manutenção, e por envelhecimento;
- Análise Modal de Falhas e seus Efeitos (FMEA);
- Análise da Árvore de Falhas (FTA);
- Estudos de Perigo e de Operacionalidade (HAZOP).

#### **2.6.4 – NP IEC 62353**

A norma IEC 62353:2014 (Equipamento eletromédico) regulamenta os testes de equipamentos e sistemas médicos elétricos que estão de acordo com a norma IEC 60601-1. Por outro lado, para os equipamentos ou sistemas que não estejam de acordo com a norma IEC 60601-1, a norma IEC 62353 pode ser aplicada tendo em



conta as normas de segurança do projeto e a informação contida no manual de utilização do equipamento ou sistema.

#### **2.6.5 – NP 285**

A norma NP 285:2000 – Esterilização a vapor de água, pretende estabelecer requisitos de utilização de esterilizadores a vapor de água e grandes esterilizadores, apresentando informação sobre:

- Juntas de vedação e proteção de portas;
- Teste de Bowie e Dick;
- Comandos;
- Material isolante, estrutura e revestimento;
- Canalizações;
- Geração de vapor;
- Instalação e alimentação elétrica;
- Temperatura e pressão;
- Instrumentos de medição.

#### **2.6.6 – NP 554**

A norma NP 554:1999 (Esterilização de dispositivos médicos) aborda requisitos relacionados com validação e controlo de rotina de procedimentos de esterilização de equipamentos médicos por calor húmido, estabelecendo alguns parâmetros, como:

- Qualificação do pessoal;
- Compatibilidade e armazenamento de produtos;
- Instalação e ensaio;
- Tempos, temperaturas e pressões;
- Grau de saturação de vapores;
- Qualidade ambiente;
- Instrumentação;
- Sensores e calibração;
- Manutenção;
- Monitorização e ensaios de rotina;
- Segurança elétrica.

#### **2.6.7 – NP ISO 5500X**

A norma ISO 55000: 2014 (Gestão de Ativos – visão geral, princípios e terminologia) define o que é um ativo e gestão de ativos físicos consistente e sustentável. O objetivo da gestão é reduzir custos com manutenção e períodos de inatividade, o que aumenta a eficiência operacional da empresa.

A norma descreve quatro princípios da gestão de ativos:

- Os ativos existem para fornecer valor para a organização e partes interessadas;
- A gestão de ativos transforma a intenção estratégica em tarefas, decisões, atividades técnicas e financeiras;
- A liderança e a cultura do local de trabalho são determinantes na perceção de valor;
- A gestão de ativos fornece garantia de que os ativos vão cumprir e desempenhar a sua função.

Além da ISO 55000 existem mais duas normas que a complementa:

- ISO 55001:2014 – Gestão de Ativos (Sistema de Gestão – Requisitos);
- ISO 55002:2018 – Gestão de Ativos (Sistemas de Gestão – Linhas de orientação para aplicação da ISO 55001).

A ISO 55001 pode ser aplicada a qualquer organização e inclui um conjunto de requisitos para o processo do ciclo de vida de um Sistema de Gestão de Ativos, trazendo vantagens para as organizações:

- Melhoria do desempenho financeiro, através do retorno no investimento e diminuição dos custos;
- Definição de metodologias e critérios claros e documentados para a tomada de decisões e definições de prioridades;
- Melhoria dos produtos e serviços disponibilizados pela organização como resultado de um bom desempenho dos ativos;
- Demonstração transparente de cumprimento com requisitos legais, normativos e outros subscritos pela organização;
- Melhoria da reputação através do aumento da satisfação do cliente, consciência e confiança das partes interessadas;
- Melhoria da sustentabilidade organizacional através de uma gestão eficaz dos custos e desempenho de curto e longo prazo;
- Melhoria da eficácia e eficiência organizacional através da análise, revisão e melhoria dos processos.

A ISO 55002 especifica em pormenor os requisitos técnicos específicos de setores, de ativos ou de atividades e fornece orientações sobre como a ISO 55001 deverá ser interpretada.

#### **2.6.8 – NP IEC 62366-1**

A norma IEC 62366-1:2015 (Aplicação da engenharia na utilização dos dispositivos médicos) especifica um processo para o fabricante analisar, especificar, desenvolver e avaliar a utilização de um dispositivo médico, para proporcionar segurança aos pacientes e utilizadores. Para reduzir o risco de uso, o fabricante deve fazer uma ou mais opções:

- Segurança inerente pelo *design*;
- Medidas de proteção no próprio dispositivo médico ou no processo de fabrico;
- Informação de segurança;
- A conformidade é verificada através da inspeção do arquivo da engenharia de utilização.

#### **2.6.9 – NP 794-3**

A norma 794-3:1998 (Ventiladores Pulmonares – Parte 3: Requisitos particulares para emergência e ventiladores de transporte) especifica os requisitos para ventiladores, acionados por uma fonte de energia e destinados a situações de emergência e transporte. Abrange uma variedade de dispositivos, desde ventiladores simples (destinados ao uso com uma máscara facial e por períodos limitados) até dispositivos para uso de longo prazo pré-planeado. Esta parte da norma não abrange ventiladores acionados pelo operador, ou seja, ressuscitadores manuais.

#### **2.6.10 – NP 1060-3**

A norma 1060-3:2009 (Esfigmomanómetros Não-Invasivos – Parte 3: Requisitos suplementares para sistemas de medição da pressão sanguínea eletromecânicos) especifica os requisitos de desempenho, de eficiência e de segurança para sistemas de medição da pressão arterial eletromecânicos por meio de uma manga insuflável. Esta norma também especifica os requisitos para acessórios, bem como os termos relacionados com a temática e os métodos de ensaio. Para demonstrar o grau de segurança e desempenho destes equipamentos, é necessário que estejam em concordância com os requisitos metrológicos e técnicos.

#### **2.6.11 – ISO 9919**

A norma ISO 9919:2005 (Equipamentos médicos eletrónicos – Requisitos particulares para a segurança básica e o desempenho essencial do equipamento de oxímetro de pulso para uso médico) especifica os requisitos particulares para a segurança básica e para o desempenho essencial dos equipamentos de oxímetros de pulso destinados a serem utilizados em seres humanos.

#### **2.6.12 – ISO 80601-2-13**

A norma ISO 80601-2-13:2011 (Requisitos particulares para segurança básica e desempenho essencial de uma estação de trabalho anestésica) especifica os requisitos para a segurança básica e desempenho essencial de um anestésico; também especifica os requisitos particulares para uma estação de anestesia completa com os seguintes componentes:

- Sistema de entrega de gás anestésico;

- Sistema respiratório anestésico;
- Sistema de escape de gás anestésico;
- Sistema de libertação de vapor anestésico;
- Ventilador anestésico;
- Equipamento de monitorização;
- Sistema de alarme;
- Dispositivo de proteção.

#### **2.6.13 - ISO 80601-2-56**

A norma ISO 80601-2-56:2017 (Requisitos particulares para segurança básica e desempenho essencial clínico de termómetros para medição de temperatura corporal) especifica os requisitos para a segurança básica e desempenho essencial de um termómetro em combinação com os seus acessórios. Esta norma aplica-se a todos os termómetros clínicos elétricos usados para medir a temperatura corporal dos pacientes.

#### **2.6.14 – ISO 10576-1**

A norma ISO 10576-1:2003 (Métodos estatísticos - Diretrizes para a avaliação de conformidade com os requisitos especificados - Parte 1: Princípios gerais) estabelece diretrizes para os requisitos de elaboração que podem ser formulados como valores limitantes para uma característica quantificável e para verificar a conformidade com tais requisitos quando o resultado do teste ou medição está sujeito a incerteza.

É aplicável sempre que a incerteza pode ser quantificada de acordo com os princípios estabelecidos no *Guia para a expressão da incerteza na medição*. O termo incerteza é, portanto, um descritor para todos os elementos de variação no resultado da medição, incluindo a incerteza devido à amostragem.

#### **2.6.15 – ISO 11810**

A norma ISO 11810:2015 (Lasers e equipamentos relacionados a laser - Método de teste e classificação para a resistência a laser de campos cirúrgicos e/ou capas protetoras do paciente - Ignição primária, penetração, chama propagação e ignição secundária) é aplicada a materiais descartáveis e reutilizáveis. O propósito desta Norma é fornecer um método padronizado para testar e classificar campos cirúrgicos e outras coberturas de proteção ao paciente em relação aos riscos induzidos pelo laser.

#### **2.6.16 – ISO 11990-1**

A norma ISO 11990-1:2011 (Lasers e equipamentos relacionados com laser - Determinação da resistência do laser de tubos traqueais - Parte 1: Eixo do tubo traqueal) especifica o método para testar a resistência de onda contínua (cw) do eixo de um tubo traqueal projetado para resistir à ignição por um laser. Não é aplicável a outros componentes do sistema, como o sistema de insuflação e o manguito, que são definidos na norma ISO 11990-2.

Esta parte da norma pode ser usada para medir e descrever as propriedades de materiais, produtos ou conjuntos em resposta ao calor e chama sob condições controladas de laboratório. Não descreve ou avalia o risco de incêndio ou risco de incêndio de materiais, produtos ou conjuntos sob condições reais de uso clínico.

No entanto, os resultados deste teste podem ser usados como um elemento de uma avaliação de risco de incêndio que leva em consideração levar em conta todos os fatores pertinentes a uma avaliação do perigo de um uso final específico.

#### **2.6.17 - ISO 11990-2**

A norma ISO 11990-2:2010 (Lasers e equipamentos relacionados com laser — Determinação da resistência do laser de tubos traqueais - Parte 2: Braçadeiras do tubo traqueal) especifica o método para testar a resistência de onda contínua (cw) das regiões do manguito de tubos traqueais projetados para resistir à ignição por um laser. Outros componentes do sistema, como a inflação do sistema e eixo (conforme definido na ISO 11990-1), estão fora desta parte da norma.

O método de teste especificado pode ser usado para medir e descrever as propriedades de materiais, produtos ou conjuntos em resposta ao calor e chama sob condições controladas de laboratório. Não descreve ou avalia o risco de incêndio ou risco de incêndio de materiais, produtos ou conjuntos sob condições reais de uso clínico.

No entanto, os resultados deste método de ensaio podem ser usados como um elemento de avaliação do risco de incêndio que leva em conta todos os fatores pertinentes a uma avaliação do perigo de um uso final específico.

#### **2.6.18 – ISO 17025**

A norma ISO 17025:2017 (Requisitos Gerais para competência de Laboratório e Calibração) especifica todos os requisitos que os ensaios e laboratórios de calibração têm de cumprir para implementar um sistema de gestão da qualidade, e que são tecnicamente competentes para calibrar e validar equipamentos de medição.

### **2.6.19 – ISO 10012**

A norma ISO 10012:2005 (Sistemas de Gestão de Medição - Requisitos para processos de medição e equipamento de medição) especifica os requisitos a implementar num sistema de gestão de medição e de confirmação metrológica dos equipamentos de medição usados para suportar e demonstrar conformidade com os requisitos metrológicos.

Um Sistema de Gestão de Medição eficaz tem como principal objetivo garantir a qualidade dos equipamentos da organização; deste modo, a organização deve assegurar-se de que os equipamentos de medição e os processos de medição são adequados e garantem a conformidade metrológica.

### **2.6.20 – NP 4492**

A norma NP 4492:2010 - Requisitos para a Prestação de Serviços de Manutenção, especifica os requisitos para que os prestadores de serviço de manutenção ofereçam aos seus clientes soluções que se alinhem com as suas necessidades e objetivos, pretendendo ser um critério de escolha do mercado e um vetor comercial e de competitividade para a empresa prestadora de serviço. A norma pode ser utilizada por qualquer tipo de organização prestadora de serviços de manutenção, independentemente da sua dimensão ou da sua área de especialização dentro do largo espectro da manutenção.

## **2.7 – Metrologia**

A metrologia é a ciência que engloba todos os aspetos teóricos e práticos da medição, qualquer que seja a incerteza de medição e o campo de aplicação.

Em Portugal está imposto aos equipamentos médicos um conjunto de procedimentos e obrigações com a finalidade de garantir a qualidade e segurança dos mesmos. Contudo, um dos principais requisitos de qualidade não é tido em conta, a garantia metrológica do equipamento, sendo que, atualmente, esta preocupação encontra-se a cargo dos detentores do equipamento [23].

Em Portugal, as atividades metrológicas apresentam-se com um suporte legislativo através do seu enquadramento como estrutura integrada do Sistema Português da Qualidade (SPQ). No âmbito da legislação em vigor, o Instituto Português da Qualidade é a entidade que coordena o SPQ e os seus três subsistemas - da normalização, da qualificação e da metrologia - sendo por inerência a Instituição Nacional de Metrologia.

Um laboratório acreditado representa uma instituição independente, imparcial e com competência reconhecida para a execução dos métodos acreditados, sendo periodicamente auditada pelo organismo nacional de acreditação, Instituto Português

da Acreditação (IPAC), assegurando um serviço de excelência comprometido com a total satisfação do cliente. A norma ISO 17025:2017 (Sistemas de Gestão de Laboratório) é usada para acreditar laboratórios de ensaio e de calibração. Esta norma é reconhecida mundialmente.

Os equipamentos, com exceção dos destinados à investigação clínica e aqueles que são feitos por medida, apresentam a marcação “CE” no momento da sua colocação no mercado, a qual indica a conformidade do equipamento com a legislação da União Europeia [20].

A marcação CE é uma certificação de que os produtos foram avaliados pelo fabricante e considerados conforme com os requisitos da União Europeia (UE) em relação à segurança, saúde e proteção ambiental, podendo assim serem vendidos no espaço da UE [22].

O SUCH tem vários equipamentos de teste calibrados, certificados por uma empresa externa. Os equipamentos de teste são aqueles que ajudam a avaliar a conformidade com as especificações provenientes do fabricante e/ou normas nacionais e internacionais.

De seguida, estão representados todos os equipamentos usados pelo SUCH em cada um dos seus setores. Os equipamentos não calibrados apenas tem de ser verificados pelo Engenheiro responsável pelo seu setor (Tabela 1).

Tabela 1: Equipamentos usados pelo SUCH

Mecânica		Eletricidade		Esterilização	
C/ Calibração	S/ Calibração	C/ Calibração	S/ Calibração	C/ Calibração	S/ Calibração
Analizador de Combustão	Aparelho Soldar	Arnês	Alicate de Crava Terminais	Balança Digital	Bomba de Vácuo
Analizador de Fluxo	Bomba Aspiradora de Óleo	Corda de Posição/ Ancoragem	Alicate de Rebitar	Detetor de Fugas	Conjunto de Soldadura
Analizador de Gases Fluorados	Bomba de Vácuo	Mosquetão	Aparafusadora	Jogo de Manómetros	Datalogger
Analizador em Energia Trifásico	Chave Dinamométrica	Multímetro Digital	Aparelhos de Soldadura	Manómetros Blondelle	
Balança de Carga	Datalogger	Pinça Amperimétrica	Aspirador Industrial	Multímetro	
Caudalímetro	Máquina Recolha/ Reciclagem Fluidos Frigorígenos	Termómetro Digital	Berbequim	Pinça Amperimétrica	
Consola	Termohigrómetro	Verificador de Tensão e Continuidade	Capacete	Pinça Multimétrica	
Detetor de Fugas			Capacete com Viseira	Sonda Datalogger CMMC	
Detetor Eletrónico de Fugas de Gases			Chupa Solda	Sonda Temperatura	
Fluxímetro Ultrassónico			Detetor de Tensão com Indicador de Visual e Acústico	Termómetro de Infravermelhos	

Jogo Manómetros			Maçarico a Gás	Termómetro de Mercúrio	
Manómetro Diferencial			Alicate de Rebitar	Termómetro Digital	
Manoredutor para Azoto			Alicate de Cravar Terminais		
Medidor de Espessuras			Ferro de Soldar		
Megaohmímetro			Chupa Solda		
Multímetro			Medidor de Sinal		
Pinça Amperimétrica			Mala de Ferramentas		
Sonda Humus			Capacete com Viseira		
Sonómetro Integrador			Capacete		
Tacómetro Digital			Vara Telescopia Isolada		
Termómetro Infra-Vermelho			Detetor de Tensão com Indicador de Visual e Acústico		



## CAPÍTULO III – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS NO SUCH

Nesta secção são descritas as atividades desenvolvidas no SUCH, designadamente no que concerne aos equipamentos de eletromedicina (Secção 3.1), à base de dados do SUCH (Secção 3.2), à análise realizada aos equipamentos escolhidos (Secção 3.3) e às conclusões (Secção 3.4).

### 3.1 – Equipamentos

#### 3.1.1 – Seringas Infusoras

A seringa infusora, representada na Figura 15, trata-se de um dispositivo médico para infusão controlada de líquidos por meio da ação de uma seringa volumétrica.



Figura 15: Seringa Infusora

Fonte:

<https://www.suprevida.com.br/produto/perfusor-space-bomba-de-seringa-b-braun-2521>

É acionada por um motor, que é responsável por controlar um dispositivo mecânico, o braço. O movimento do motor sobre o braço realiza um deslocamento linear do êmbolo da seringa segundo a velocidade pretendida. O braço liga a seringa por meio de uma alavanca, designada por alavanca de desengate. É ligado no final da seringa, através de um sistema de infusão ou cateter que transporta o líquido para o paciente. Este sistema possui alarmes de funcionamento para aproximação de final de infusão, bateria fraca e alarmes de oclusão [21].

A grande desvantagem deste dispositivo é que, após a conclusão da infusão completa da seringa, é necessário substituir a seringa, interrompendo o funcionamento do equipamento, ao contrário da bomba infusora que era só necessário efetuar a troca da embalagem de fluído [21].

### 3.1.2 – Monitores de Sinais Vitais

O Monitor de Sinais Vitais (MSV) é capaz de monitorizar simultaneamente, de forma contínua e em tempo real, diversos parâmetros fisiológicos de um paciente, gerando valores gráficos e numéricos dos parâmetros monitorizados, utilizados especialmente em unidades de cuidados intensivos hospitalares e também em cirurgia ambulatória, urgências e unidades cirúrgicas.

Os sinais vitais dos pacientes são monitorizados por dois tipos de monitores: os designados por monitores de sinais vitais de dois parâmetros e os monitores multiparâmetros (monitorizam mais de dois parâmetros) [4].

Quanto à mobilidade, os MSV podem ser de dois tipos: os fixos (Figura 16), encontram-se, normalmente, nas cabeceiras dos pacientes ou fixos através de um suporte à parede; e os móveis/transporte (Figura 17), que podem ser utilizados para monitorizar um paciente enquanto este está a ser transportado para outro local, dentro do hospital, ou utilizados para acompanhar o transporte de um paciente para outra instituição de saúde; este tipo de monitores deverá ter uma bateria com autonomia suficiente para o transporte [4].



Figura 16: Monitor Fixo

Fonte:

<https://resolute.med.br/produto/vita-600-e/>



Figura 17: Monitor Móvel

Fonte:

<http://www.gruposuprimed.com.br/wp-content/uploads/2016/07/VSM-completo.pdf>

Seguidamente serão apresentados os parâmetros habituais analisados durante a monitorização de um paciente [4]:

- Eletrocardiograma (ECG)

Através do cabo ECG (Figura 18) ligado a alguns pontos do peito do paciente, consegue-se monitorizar os batimentos cardíacos. Este parâmetro é muito importante para o controlo de alguma anomalia cardíaca do doente, por parte do profissional de saúde.



Figura 18: Cabos ECG

Fonte:

<https://www.medcleanprodutohospitalar.com.br/cabo-de-ecg-mindray-3-vias-monitor-mec1000-pm-7000-pm8000-pm9000-compativel.html>

- Saturação Periférica de Oxigênio (SpO<sub>2</sub>)

Os módulos de oximetria utilizam métodos não invasivos e destinam-se à medição da saturação de oxigênio no sangue (SpO<sub>2</sub>) e da frequência de pulso. Esta avaliação pode ser realizada nos lóbulos das orelhas, mas é habitualmente feita nos dedos da mão (Figura 19).



Figura 19: Cabo Sensor SpO<sub>2</sub>

Fonte:

<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1078359449-cabo-sensor-spo2-nellcor-n550-n560-n595-n-600-12x-sem-jur- JM>

O funcionamento do oxímetro tem por base a emissão de luz através do LED vermelho e do infravermelho com comprimentos de onda de 660 nm e 910 nm, respetivamente. Esses comprimentos de onda são usados porque a hemoglobina desoxigenada tem uma alta taxa de absorção, nos 660 nm, e a hemoglobina oxigenada, nos 910 nm. Normalmente, o dedo é colocado entre a fonte de luz e um foto sensor (Figura 20).

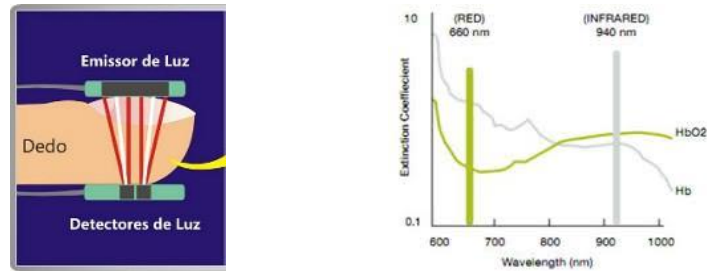


Figura 20: Absorção da luz de cada tipo de hemoglobina e modo de funcionamento de um oxímetro de pulso

Os valores de SpO<sub>2</sub> variam entre 0% e 100%, sendo considerados normais entre 95% e 100%, pelo que, para valores abaixo de 95% é diagnosticado problema de hipoxia. A medição da SpO<sub>2</sub> é um auxiliar de diagnóstico e terapêutica, que ajuda a determinar a eficácia do sistema respiratório e cardíaco de um indivíduo.

- Pressão Arterial não-invasiva

Destina-se às medições de pressão arterial sistólica, diastólica e média de modo não invasivo e permite também a medição da frequência de pulso (Figura 21).

Não requer entrada de qualquer instrumento no corpo ou perturbação dos tecidos no mesmo.



Figura 21: Braçadeira de adulto

Fonte: <http://www.online.megos.eu/br/pni-manguitos-reutilizaveis/235-2tc09-am-bracadeira-de-pressao-arterial-reutilizavel-572428-mp00819-1000-11-2dx-2753.html>

- Pressão Arterial Invasiva

Monitorizam a pressão sanguínea em tempo real com um método invasivo, que consiste em introduzir um cateter intra-arterial (Figura 22). Este módulo permite ainda a medição da frequência de pulso do paciente.



Figura 22: Cateter Intra Arterial

Fonte:

[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inca/Poster\\_puncao\\_arterial.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/inca/Poster_puncao_arterial.pdf)

- Temperatura Corporal

A temperatura é uma grandeza física importante na análise do funcionamento do corpo humano. Esta medição é feita através do módulo que utiliza um transdutor de temperatura, normalmente, um termistor. A temperatura corporal normal varia, geralmente, entre os 36 e 37°C; contudo, depende de vários fatores, como a idade, a altura do dia, a atividade desempenhada, entre outros. A hipotermia é a temperatura corporal abaixo do valor de referência, enquanto a hipertimia é a temperatura corporal acima do valor de referência.

- Capnografia

A capnografia consiste na medição e representação gráfica do nível de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) ao longo do curso de um ciclo respiratório do paciente. O valor numérico de capnografia, considerado normal entre 35 mmHg e 45 mmHg, e a sua forma de onda refletem a eficácia da ventilação e representam um indicador precoce de problemas respiratórios (Figura 23).



Figura 23: Cabo de Capnografia

Fonte:

<https://www.rzvet.com.br/sensor-de-capnografia-etco2-compativel-com-respironics-capnostat-51>

### 3.1.3 – Eletrobisturis

Os eletrobisturis (Figura 24) são usados maioritariamente nos blocos operatórios, para auxiliar o cirurgião no corte dos tecidos, ou seja, fazer uma incisão no tecido (cauterização) limitando o sangramento (coagulação) de forma rápida e segura.



Figura 24: Eletrobisturi

Fonte:

<https://www.medicaexpress.net/electro-bisturis-42135-.html>

Consiste num equipamento ligado a um gerador de energia de alta frequência, que varia entre 400 kHz e 500 kHz. A utilização da alta frequência previne a estimulação neuromuscular permitindo que a corrente atravesse o paciente de forma segura, evitando eletrocussões e ataques cardíacos, contrariamente à passagem de correntes de baixa frequência pelo corpo. Relativamente a queimaduras, os pacientes não sofrem queimaduras devido à potência que incide transitar de uma pequena área de grande densidade de corrente para uma área superior, com uma densidade de corrente inferior [12].

Existem duas técnicas de funcionamento [12]:

- Técnica Monopolar

Na técnica monopolar, as correntes de alta frequência são aplicadas no paciente por meio de dois eléttodos ligados ao eletrobisturi. Assim, a corrente circula entre um eléttodo de fraca superfície de contacto (agulhas, ansa, bola ou pinça) – eléttodo ativo, e um eléttodo de grande superfície (placa) – eléttodo neutro, colocado numa perna ou num braço, conforme a zona de cirurgia de modo a evitar aquecimento e queimaduras no paciente na região de retorno da corrente (Figura 25).

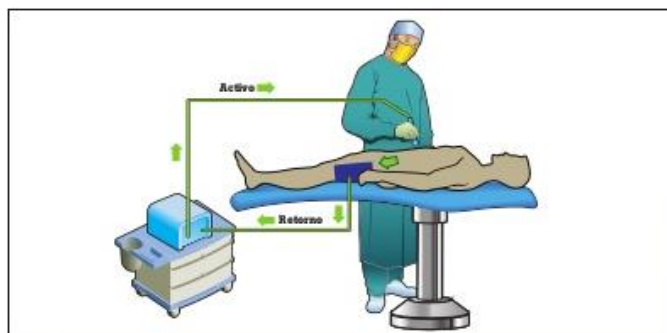


Figura 25: Técnica Monopolar

- Técnica Bipolar

Na técnica bipolar, a corrente de alta frequência é aplicada no paciente por meio de pinças ou tesoura isolada, circulando entre os dois eletrodos (Figura 26). Esta cirurgia é utilizada para pequenos volumes de tecidos sem a utilização da placa, uma vez que a corrente circula entre as pontas da pinça. Na secção bipolar existe um circuito de atraso que só é acionado quando as pontas da pinça fecham o circuito para evitar acidentes.

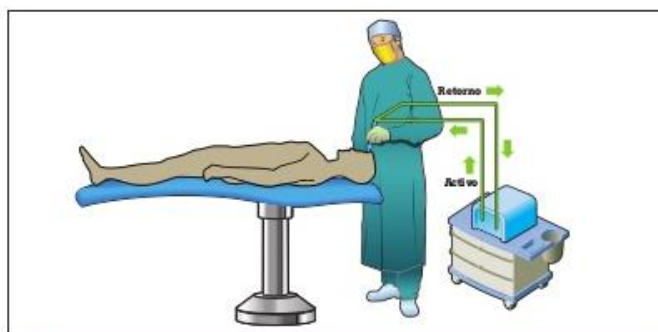


Figura 26: Técnica Bipolar

### 3.1.4 – Desfibrilhadores

Os desfibrilhadores (Figura 27) são equipamentos que fornecem um choque elétrico de alta intensidade na região torácica de um paciente para reverter quadros de fibrilação ventricular.



Figura 27: Desfibrilador

Fonte:

<https://www.tsf.pt/sociedade/saude/saber-usar-desfibrilhador-pode-passar-a-ser-obrigatorio-para-tirar-a-carta-de-conducao-9747623.html>

A paragem cardiorrespiratória (PCR) é definida como a incapacidade total ou parcial do coração de bombear o sangue, provocando falta de respiração. Pode ser causada por diversas situações, como, por exemplo, acidentes, hemorragias, falta de oxigénio, infeções respiratórias e falta ou excesso de açúcar no sangue.



O único tratamento eficaz consiste na desfibrilhação, que corresponde à passagem da corrente elétrica controlada, através do miocárdio (músculo do coração), com magnitude suficiente para permitir o restabelecimento de uma atividade elétrica controlada e, por fim, um ritmo cardíaco eficaz [15].

O início rápido de Suporte Básico de Vida e o uso de um Desfibrilhador Automático Externo (DAE) são, por vezes, a única forma de salvar uma vida. Após ser ligado à vítima através de uns elétrodos colados no peito. O DAE interpreta sozinho a atividade cardíaca e, se necessário, disponibiliza um choque elétrico para que a situação possa ser revertida [15].

A desfibrilhação precoce, realizada entre três a cinco minutos após o colapso da vítima, resulta em taxas de sobrevivência de 50% a 70%. Cada minuto de atraso na desfibrilhação reduz a probabilidade de sobrevivência entre 10% a 12% (Figura 28). Deste modo, quanto mais precoce for a desfibrilhação, maior será a taxa de sobrevivência. A desfibrilhação precoce representa um dos elos fundamentais da Cadeia de Sobrevivência (Figura 29) e um dos fatores determinantes para o sucesso da reanimação [13].



Figura 28: Probabilidade de sobrevivência



Figura 29: Quatro elos da cadeia de sobrevivência

Fonte: <https://www.inem.pt/2017/05/30/cadeia-de-sobrevivencia-2/>

Existem dois tipos de desfibriladores:

- Internos - o equipamento é implantado cirurgicamente no peito ou abdómen do paciente, pelo que os choques são aplicados automaticamente na superfície do coração.



- Externos - os choques são aplicados por meio de pás em contacto com a superfície do tórax do paciente. Os desfibriladores externos podem ainda ser classificados de acordo com o nível de intervenção humana no processo de desfibrilhação
  - Manuais - o utilizador é responsável pela seleção da energia desejada para descarregar na vítima através das pás, de acordo com diversos fatores, como a anatomia da vítima, o momento da descarga da energia, entre outros. Quando é utilizado o modo de sincronismo apenas é necessário selecionar o valor da energia e pressionar o botão de carga;
  - Semiautomáticos – é um equipamento que capta o sinal ECG, através de elétrodos adesivos, utiliza um microprocessador que realiza a análise de características múltiplas do ECG e sugere ao operador quais os procedimentos a seguir, através de comandos sonoros/verbais e luminosos/visuais, nomeadamente o disparo do choque elétrico caso identifique um ritmo cardíaco desfibrilhável. É considerado como um equipamento seguro e concebido para pessoas com menos treino;
  - Automáticos – apenas é necessário colocar os elétrodos adesivos no tórax da vítima e ativar o equipamento. Todos os passos desde a interpretação do ECG até à descarga aplicada, são realizados automaticamente pelo equipamento, não necessitando de intervenção humana.

### 3.1.5 – Ventiladores

A ventilação é a ação mecânica de fornecimento de ar aos órgãos principais do sistema respiratório, os pulmões. A ventilação ocorre espontaneamente através da ação dos músculos respiratórios que, ao contrair, promovem a entrada de ar nos pulmões. Quando os pulmões se encontram incapacitados para proceder à ventilação natural, recorre-se à utilização de um ventilador; este é um equipamento capaz de executar ventilação, de forma artificial. Assim, a principal função de um ventilador é promover suporte ventilatório temporário, completo ou parcial a pacientes que, por motivos de doença, anestesia, defeitos congénitos, entre outros, não conseguem exercer a ação respiratória. A ventilação pode ser realizada por três meios diferentes: nasal, oral e traqueostomia. A grande diferença dos ventiladores pulmonares e anestésicos é que estes últimos podem incluir dispositivos de monitorização (modo manual, vaporizadores e sistema de exaustão de gases anestésicos), o que lhes possibilita estarem capacitados para situações clínicas de maior risco, tais como cirurgias. Relativamente aos ventiladores dos cuidados intensivos, estes apresentam na sua constituição um número mais alargado de ferramentas (parâmetros específicos do ciclo respiratório) indispensáveis a intervenções de uma natureza mais complexa.

Ambos apresentam similaridades no que diz respeito aos princípios de funcionamento, componentes básicos, modos ventilatórios e intervalos de manutenção preventiva.

De seguida, são enumerados os componentes essenciais de um ventilador pulmonar [24]:

- Válvulas reguladoras de pressão em modo manual – sistemas responsáveis por permitir a regulação da pressão dos gases fornecidos ao paciente, na entrada do equipamento;
- Sensores de fluxo respiratório – expiratório e inspiratório;
- Válvulas respiratórias – encerra o circuito do ar na inspiração e abre o circuito na expiração;
- *Grifes* – ponto de ligação entre o equipamento e a saída de gases;
- Filtros bacterianos – evitar a passagem e a propagação de bactérias;
- Sistemas de mistura dos componentes gasosos;
- Módulo de aquecimento do ar – evita diferenças bruscas de temperatura prejudiciais ao paciente;
- Módulo de administração de medicamentos – pode nem sempre existir;
- Traqueias de ventilação – tubos flexíveis que permitem a passagem dos gases do ventilador para o paciente.

No caso dos ventiladores anestésicos incluem-se, ainda, os seguintes componentes [25]:

- Fontes de gases frescos – fornecidos ao ventilador, através das rampas de fornecimento de gases das unidades hospitalares;
- Unidade doseadora dos halogenados – sistema de vaporização;
- Cal sodada, absorvente de CO<sub>2</sub>;
- Sistema de exaustão de gases anestésicos – sistema de eliminação por aspiração de gases – SEGA;
- Pulmão de teste e balão – o primeiro serve para simular o paciente durante a realização de testes de verificação e, o segundo, utilizado para ventilações manuais.

A ventilação pode ser dividida em quatro grupos [31]:

- Ventilação controlada: existem dois tipos: volume e pressão. Em ambos os casos podem ser ajustados os diferentes parâmetros pelo profissional de saúde;
- Ventilação assistida: o ventilador presta auxílio ao paciente, suportando as tentativas de respiração do paciente. Inicialmente são definidos níveis em diferentes parâmetros respiratórios, de forma que, quando o esforço for igual ou superior ao valor pré-selecionado, o ventilador auxilia na respiração. Por outro lado, o paciente pode ser auxiliado na respiração em diversas fases de ventilação;

- Ventilação espontânea: trata-se da manutenção da pressão positiva nas vias aéreas, durante todo o ciclo respiratório. Para que a pressão positiva seja assegurada, é necessário ajustar o valor de *Positive End-Expiratory Pressure* (PEEP). Neste modo o ventilador não garante a ventilação; no entanto, se até um determinado limite temporal não ocorrer qualquer esforço por parte do doente, o ventilador emite alarmes sonoros e visíveis;
- Ventilação manual: é utilizada em técnicas reanimação e em procedimentos anestésicos. Os gases do ventilador são armazenados num balão. Em qualquer modo ventilatório, sempre que for acionado o botão manual, é efetuado um ciclo de ventilação.

Como já mencionados, existem diversos tipos de ventiladores:

O ventilador pulmonar, representado na Figura 30, é um equipamento utilizado em situações de curto e longo prazo. É utilizado para fornecer o suporte de ventilação mecânica aos pacientes nos casos de problemas respiratórios agudos ou crônicos, bem como assegurar a ventilação pós cirurgia.



Figura 30: Ventilador Pulmonar

Fonte: <https://www.tecnoclin.com.br/produto/oxymag-ventilador-pulmonar-transporte-e-emergencia>

O ventilador de transporte, representado na Figura 31 é um equipamento utilizado no transporte de pacientes que necessitem do suporte de ventilação mecânica, quer dentro das instalações do hospital quer dentro de uma ambulância. Normalmente, são mais pequenos do que os anteriores e devem ser capazes de manter uma autonomia ao nível da alimentação superior aos demais.



Figura 31: Ventilador de Transporte

Fonte: <https://www.medicalexpo.com/pt/fabricante-medico/ventilador-transporte-1944.html>

O ventilador anestésico (Figura 32) é um equipamento utilizado em procedimentos cirúrgicos que requeiram utilização de anestesia. A finalidade da utilização deste tipo de ventilador é administrar ao paciente uma mistura gasosa anestésica até às vias respiratórias, recolhendo o ar expirado. Este equipamento funciona em circuito fechado, não existindo contacto direto entre o ar envolvente e a mistura de gases administrada ao paciente.



Figura 32: Ventilador anestésico

Fonte: [https://pt.made-in-china.com/co\\_superstar-tech/product\\_Surgical-Equipmen-Operating-Room-Anesthesia-Ventilator-Machine-S6100\\_uosynoguey.html](https://pt.made-in-china.com/co_superstar-tech/product_Surgical-Equipmen-Operating-Room-Anesthesia-Ventilator-Machine-S6100_uosynoguey.html)

Como ocorre na maioria dos equipamentos de electromedicina, o ventilador apresenta um conjunto de alarmes que alertam o profissional de saúde para situações clínicas anormais e/ou situações de utilização adequadas do equipamento.

### 3.2 – Base de Dados

Cada equipamento tem um estado de funcionamento definido, pode ser ativo, fora de serviço e abatido.

O estado ativo significa que o equipamento está em funcionamento.

O estado fora de serviço significa que o equipamento não está ativo para funcionamento, mas não quer dizer que deixou de funcionar por alguma razão.

O estado abatido significa que o equipamento não funciona e foi retirado do serviço onde se encontrava.

Por motivos de confidencialidade a marca e o modelo não podem ser divulgados, tal como o hospital que forneceu os dados.

Na Figura 33 encontra-se uma lista com dados sobre os equipamentos de electromedicina. Contém a data do pedido e de conclusão, o tempo de reparação, o tipo de intervenção, o tipo de equipamento, a marca e o modelo.

ID_Eq	FObra_Nº	Data Pedid	Data Conclus	Tempo Reparaçã	Tipo Intervenção	Tipo Equipamento	Marca	Modelo
NI1300670	120312232	08/03/2012	08/03/2012	6,5	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120512907	04/04/2012	04/04/2012	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120412617	18/04/2012	18/04/2012	8	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120613109	24/05/2012	25/05/2012	1	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120713527	18/07/2012	18/07/2012	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120713528	21/07/2012	21/07/2012	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120713529	23/07/2012	23/07/2012	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120713530	24/07/2012	24/07/2012	1	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	120913924	12/09/2012	13/09/2012	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1301304	130114826	07/01/2013	09/01/2013	10	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	130214987	15/01/2013	15/01/2013	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1301304	130214986	15/01/2013	15/01/2013	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1301304	131117555	03/02/2013	28/10/2013	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	130616152	20/06/2013	20/06/2013	6,25	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	131217641	28/08/2013	29/08/2013	3	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	130917903	29/08/2013	29/08/2013	3	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1301304	130917902	29/08/2013	29/08/2013	3	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	131017119	30/09/2013	10/10/2013	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	140418759	20/03/2014	20/03/2014	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	140418760	20/03/2014	20/03/2014	3	Manut. Preventiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	140619362	06/06/2014	17/06/2014	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		
NI1300670	140719682	17/07/2014	17/07/2014	3	Manut. Corretiva	ANGIOGRAFIA DIGITAL		

Figura 33: Lista de intervenções corretivas e preventivas

Na Figura 34 está representado o inventário. Contém o tipo de equipamento, a marca, o modelo, o ano de fabrico, o preço de aquisição, a data de aquisição, instalação e abatimento e o seu estado de funcionamento.

ID_Eq	Tipo Equipamento	Marca	Modelo	Data Registo BD	Ano Fabrico	Preço Aquisição	Data Aquisição	Data Instalação	Data Abatimento	Estado Funcionamento
NI1604459	OXIMETRO DE PULSO			27/09/2016				01/06/2016		Activo
NI1301348	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			10/01/2008	2007	26 015,00 €	22/01/2008	22/01/2008		Activo
NI1301351	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	03/03/2021	Abatido
NI1301350	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	31/12/2014	Abatido
NI1301349	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	31/12/2014	Abatido
NI1300059	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			01/05/2001	1991	0,00 €	01/01/1991	01/01/1991		Fora Serviço
NI2005216	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			28/04/2020	2020	90 000,00 €	28/04/2020	28/04/2020		Activo
NI2105764	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			14/01/2021	2020	80 000,00 €	14/01/2021	14/01/2021		Activo
NI1303454	RX, APARELHO TRANSPORTÁVEL			16/09/2013	2001		01/01/2001	01/01/2001		Activo
NI1303451	RX, EQUIPAMENTO FIXO			16/09/2013	2001		01/01/2001	01/01/2001		Fora Serviço
NI1303449	RX, EQUIPAMENTO FIXO			16/09/2013	2001		01/01/2001	01/01/2001		Activo
NI1303357	RX, EQUIPAMENTO FIXO			02/09/2013		177 566,65 €	10/12/2001	10/12/2001		Activo
NI1303333	RX, EQUIPAMENTO FIXO			19/07/2013	2000		01/01/2000	01/01/2002		Activo
NI1301353	RX, EQUIPAMENTO FIXO			30/09/2002	2002	74 660,60 €	30/09/2002	30/09/2002		Activo
NI1501352	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/04/2012	2011	60 000,00 €	14/01/2012	14/01/2012		Activo
NI1301352	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/04/2012			14/01/2012	14/01/2012		Activo
NI1301358	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	06/09/2018	Abatido
NI1301357	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	31/12/2014	Abatido
NI1301356	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995		Activo
NI1301355	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995		Activo
NI1301354	RX, EQUIPAMENTO FIXO			01/05/2001			01/03/1995	01/03/1995	31/12/2014	Abatido

Figura 34: Inventário

### 3.3 – Análise dos Equipamentos

De seguida, é apresentado um dos equipamentos analisados.

Foram estudados três casos: equipamentos com marca e modelo igual, equipamentos com marca igual e modelos diferentes e equipamentos com marcas diferentes, em que, cada caso contém quatro equipamentos. Nesta análise é considerado o número de intervenções corretivas, o número de anos de uso do equipamento, o tempo de reparação do equipamento em horas e o tempo de paragem do equipamento em dias.

Neste estudo foram calculados o MTBF, o MTTR e a disponibilidade de cada equipamento.

O primeiro caso compara quatro equipamentos com marca e modelo igual (Tabela 2).

Tabela 2: Seringas Infusoras – 1º Caso

**1º Caso: Marca e Modelo Igual**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1301233	1300881	1302824	1300673
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XX	XX	XX	XX
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	1	1	3	S/ dados
<b>Ano de Instalação</b>	2004	2004	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	17	17	27	25
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	1,5	2	4	S/ dados
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	87984	83856	194928	S/ dados
<b>MTBF</b>	87984	83856	64976	S/ dados
<b>MTTR</b>	1,5	2	1,333333333	S/ dados
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9983%	99,9976%	99,9979%	S/ dados

Comparando o equipamento A com o B, ambos têm o mesmo tempo de uso e o mesmo número de intervenções corretivas. Podemos concluir que o tempo de funcionamento sem avarias do equipamento é superior no A do que no B. Daí o valor de MTBF ser maior no equipamento A do que no B.

Comparando o equipamento C com o D, ambos foram instalados no mesmo ano, mas o equipamento D foi abatido em 2020 e, durante os 25 anos de uso, nunca teve uma

intervenção corretiva, enquanto o equipamento C continua ativo por 27 anos e já foi intervencionado três vezes.

Comparando o equipamento B com o C, estes têm uma diferença de uso de 10 anos, podendo verificar-se que apenas houve o dobro de intervenções corretivas, mas o tempo de funcionamento sem avarias do equipamento C é muito superior, o que nos leva a concluir que quando maior o MTBF, mais fiável é o equipamento.

O segundo caso compara quatro equipamentos com marca igual e modelo diferente (Tabela 3).

Tabela 3: Seringas Infusoras - 2º Caso

**2º Caso: Marca igual e Modelo Diferente**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1300081	1301844	1302060	1303087
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XY	XZ	XQ	XX
<b>Estado</b>	Abatido	Abatido	Abatido	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	1
<b>Ano de Instalação</b>	2000	1995	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	16	19	21	19
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	1,5
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	150120
<b>MTBF</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	150120
<b>MTRR</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	1,5
<b>DISPONIBILIDADE</b>	S/ dados	S/ dados	S/ dados	99,9990%

Os quatro equipamentos selecionados encontram-se todos abatidos, mas uns funcionaram mais anos do que outros.

Por exemplo, comparando o equipamento B com o C, ambos foram instalados no mesmo ano, ambos não tiveram qualquer intervenção corretiva, mas o C funcionou durante mais dois anos.

Dos quatro equipamentos apenas o D teve uma intervenção corretiva.  
O último caso compara quatro equipamentos de marcas diferentes (Tabela 4).

Tabela 4: Seringas Infusoras - 3º Caso

**3º Caso: Marcas Diferentes**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1302062	1300136	1503878	1300036
<b>Marca</b>	Y	Z	Q	S
<b>Modelo</b>	YY	ZZ	QQ	SS
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	2	S/ dados	S/ dados	S/ dados
<b>Ano de Instalação</b>	1995	2000	2014	2000
<b>Anos de uso</b>	26	22	7	22
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	4	S/ dados	S/ dados	S/ dados
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total(Horas)</b>	196800	S/ dados	S/ dados	S/ dados
<b>MTBF</b>	98400	S/ dados	S/ dados	S/ dados
<b>MTRR</b>	2	S/ dados	S/ dados	S/ dados
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9980%	S/ dados	S/ dados	S/ dados

Todos os equipamentos estão ativos, mas têm anos de instalação diferentes.

Comparando o equipamento B com o D, ambos com os mesmos anos de funcionamento, estes não apresentaram qualquer necessidade de intervenções corretivas.

Comparando o equipamento A com o B, pode observar-se, através dos dados anteriores, que o A teve duas intervenções e o B teve zero. Logo, neste caso apenas o equipamento mais antigo teve intervenções corretivas.



A análise dos restantes equipamentos encontra-se no Anexo I – Análise de Equipamentos de Electromedicina.

### **3.4 – Conclusões**

Em relação ao MTTR, se um ativo estiver em reparação, significa que este está a passar por um período de inatividade. As quebras frequentes e períodos de inatividade prolongados reduzem a disponibilidade e o tempo produtivo do equipamento. Isso, por sua vez, tem um impacto adverso nos resultados da empresa.

Para ativos críticos, como os equipamentos de eletromedicina, o MTBF é um indicador importante do desempenho esperado. Como ele mede o tempo gasto entre uma falha e outra, podemos dizer que quanto maior o MTBF melhor será o resultado. Portanto, pode-se usar o tempo médio entre as falhas como uma métrica de fiabilidade quantificável.

Menores valores de MTTR e valores mais elevados de MTBF, indicam que a manutenção está a apoiar bem a produção, porque a disponibilidade do equipamento aumenta; a eficiência da empresa tende a crescer, já que a capacidade de produção é maximizada.



## **CAPÍTULO IV – CARACTERIZAÇÃO DO SIE DO HUC**

O CHUC tem um contrato com o SUCH de prestação de serviços de manutenção de equipamentos e redes de eletricidade/informática de esterilização e mecânica.

Nos hospitais, existe normalmente, um serviço responsável pela gestão das instalações e equipamentos. No CHUC, o serviço responsável por desempenhar essas funções é o Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE), que se encontra sediado no piso -4. Todos os setores de manutenção do SUCH estão entrosados com o SIE do hospital.

### **4.1. – Setor da Eletricidade**

Em ambiente hospitalar, a energia é classificada conforme as características das fontes de energia e, portanto, de acordo com a sua proveniência, tal como se irá descrever nos itens seguintes:

- Rede Elétrica Normal

É a energia fornecida pela rede pública de fornecimento de energia elétrica, utilizada para aplicações de baixa criticidade, designadamente para as seguintes cargas: iluminação, tomadas de fins gerais, equipamentos e instalações de utilização não críticas.

As cargas elétricas ligadas a este tipo de energia estão condicionadas ao fornecimento do operador público de energia, ou seja, às instalações e equipamentos por si alimentados. Por isso, serão sujeitos a interrupções em caso de corte de alimentação, bem como a qualquer perturbação que o sistema elétrico fora do hospital possa apresentar, tais como: harmónicos, distorções, ruídos, transitórios, etc. Perturbações essas, hoje em dia, muito comuns em virtude da injeção na rede das centrais e sistemas fotovoltaicos.

- Rede Elétrica de Emergência ou de Socorro

Em condições normais de fornecimento da rede elétrica pública, esta tem os mesmos fatores de risco que a energia normal, ou seja, com a influência de agentes fora do sistema elétrico do hospital; no entanto, quando há uma falha na rede pública de eletricidade ou anomalias externas, o sistema de emergência é alimentado por Grupos Geradores de Socorro (GGS) que entram automaticamente em funcionamento em cerca de 15 segundos e assumem a carga crítica e fundamental para os equipamentos e instalações considerados críticos e fundamentais para o bom funcionamento do hospital. De acordo com as recomendações da Administração Central do Sistema de Saúde (ACSS), o grupo gerador de socorro deverá salvaguardar 75% da potência total de socorro a alimentar no caso de falha de energia proveniente da rede local.

Este tipo de rede de energia é utilizado em áreas de grande responsabilidade nas atividades hospitalares, tanto em termos de prestação de cuidados, como ao nível da segurança destas atividades e das pessoas que dela dependem.

Quando temos falta de energia da rede pública, a utilização dos grupos geradores centra-se nos seguintes tipos de equipamentos:

- Equipamentos específicos na área da electromedicina e de AVAC, que podem suportar um breve intervalo de falta de energia elétrica, sem que, contudo, percam as suas características operacionais, quando esta estiver restabelecida;
- Iluminação de suporte (zonas de circulação, salas, enfermarias, quartos, etc.);
- Tomadas de equipamentos importantes, porém de uso específico;
- Todas as cargas críticas ligadas ao Sistema UPS (Uninterruptible Power Supply), nomeadamente equipamento informático e blocos operatórios;
- Instalações especiais, tais como: Urgência, Imagiologia, Hemodiálise e outros.

Desta forma, para cumprir as normas vigentes, os Hospitais devem possuir uma Central de Emergência, restabelecendo a energia para as cargas críticas num período máximo de 15 a 30 segundos.

- Rede Elétrica Ininterrupta – UPS

As unidades UPS são equipamentos que se encontram ligados à rede de emergência e, portanto, alimentados por duas fontes de energia de forma redundante, isto é, pelo fornecedor de energia da rede pública em regime normal e pela rede de emergência suportada por Grupos Geradores e baterias quando falta a alimentação da rede pública.

Esta energia é “condicionada”, eliminando-se as influências externas.

A energia fornecida pelas UPS é do tipo “pure sinewave”, isto é, sem variações de tensão, frequência e outras perturbações presentes no sistema elétrico convencional. Por possuírem bancos de baterias autónomos, e funcionarem normalmente no modo de dupla conversão, não há lugar a interrupção do fornecimento de energia elétrica quando há corte, nem no período em que os Grupos Geradores necessitam para assumir a carga, garantindo-se assim a continuidade dos serviços que dependem desta fonte de energia elétrica.

Os sistemas baseados nas UPS são utilizados em áreas que necessitem de energia elétrica de altíssima qualidade e fiabilidade, bem como na alimentação dos equipamentos e sistemas de elevada criticidade.

As áreas e equipamentos que dependem destas fontes de energia ininterruptas são:

- Bloco Cirúrgico;
- UCI (Unidades de Cuidados Intensivos) e UCIP (Unidades de Cuidados Intensivos Polivalentes);
- Recobro;

- Salas de Emergência;
- Urgência e Setores de Emergência;
- Laboratório – Equipamentos de Análises Clínicas;
- Locais de realização de procedimentos invasivos;
- Todos os locais que possuem equipamentos de apoio à vida;
- Setores de Diagnóstico por Imagem para os equipamentos de processamento e comando;
- Central de Segurança;
- Sistemas de videovigilância;
- Sistemas de Detecção de Incêndio;
- Equipamentos/Instalações Informáticas de Processamento de Dados/Datacenters;
- Redes Informáticas e Centrais Telefónicas;
- Postos de Trabalho de Informática críticos para as atividades do hospital (Internamento, Postos de Enfermagem, Farmácia, Unidades Farmácia Oncológica, etc.);
- Outros ambientes de aplicações especiais.

Sendo assim, cada tipo de instalação, equipamento ou até departamento pode possuir um ou mais tipos de fontes de energia elétrica com tratamento diferenciado pelas suas características, sendo necessário defini-las no projeto, assim como identificá-las durante uma remodelação ou nova instalação, preparando os sistemas elétricos para que, no decorrer do tempo, seja possível realizar ampliações, remodelações e também atividades de manutenção. Deve ser previsto um tratamento diferenciado para as cargas capazes de perturbar com harmónicos e transitórios a rede elétrica do Hospital, tais como motores, elevadores, Raios-X, a fim de que estas cargas não provoquem interferências nos sistemas elétricos que suportam as demais cargas elétricas.

Num sistema elétrico hospitalar existem vários constituintes, como, por exemplo:

- Instalação em Média Tensão – responsabilidade da operadora da rede elétrica nacional;
- Posto de transformação – é o local onde acontece a redução de média tensão (15 kV ou 30 kV) fornecida pela rede pública de abastecimento de energia elétrica, para as tensões de alimentação das cargas elétricas do hospital (230/400 V).

Foi instalado no hospital um sistema fotovoltaico de produção de energia elétrica, com painéis fotovoltaicos, para consumo próprio, tal como se pode observar na Figura 35.

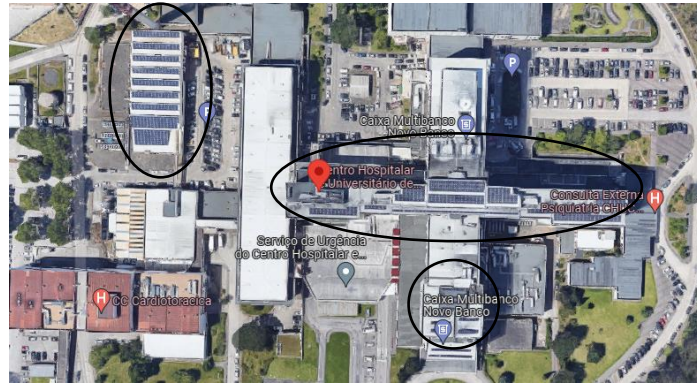


Figura 35: Localização dos painéis fotovoltaicos

No esquema ilustrado na Figura 36 é possível observar os módulos fotovoltaicos, um conjunto de inversores e um armário de comunicações. Normalmente, a produção é inferior às necessidades. No entanto, pode considerar-se como razoável uma produção que corresponda ao consumo de energia gasto na iluminação.

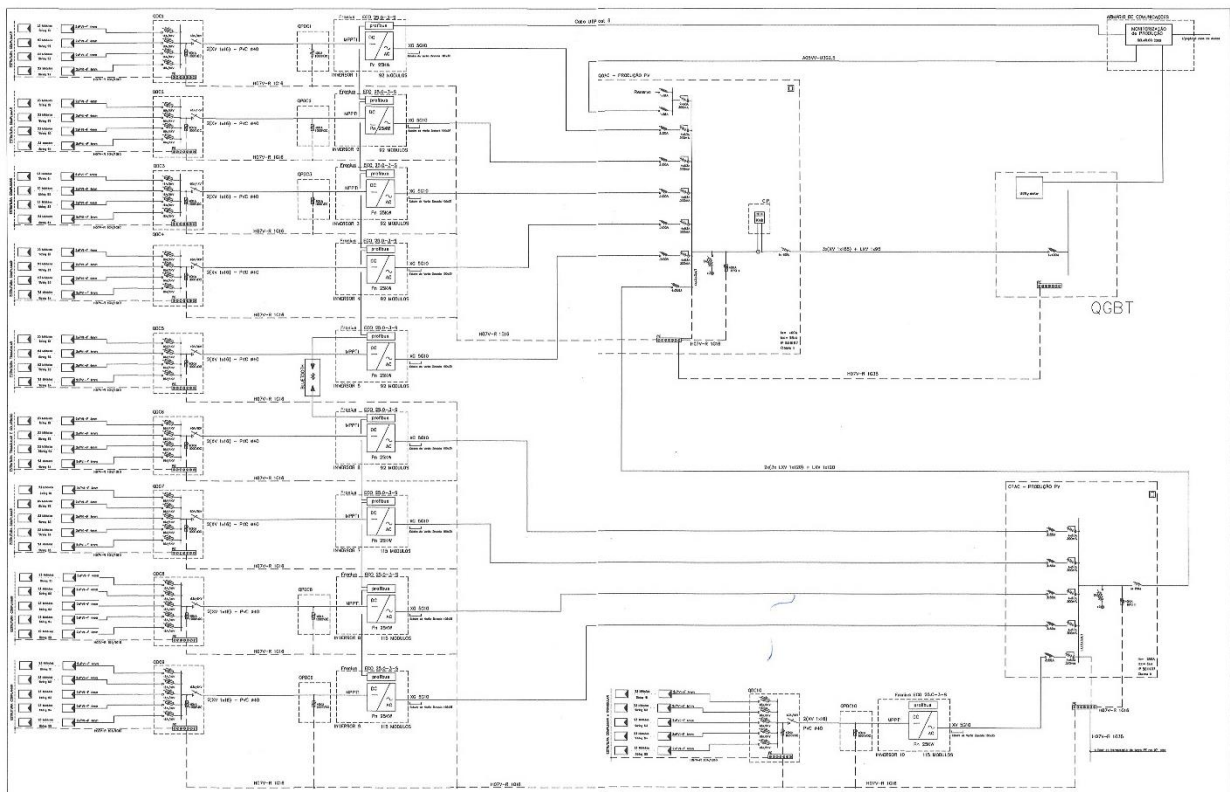


Figura 36: Esquema de unidade de produção para autoconsumo

A energia solar fotovoltaica é um importante desafio estratégico para os custos de energia num hospital, possibilitando a redução de consumo de combustíveis fósseis, com impacto nas emissões de gases de efeito de estufa e na autonomia energética.

Com a montagem deste sistema estima-se uma produção anual de 385,23 MWh/ano, com Performance Ratio (PR) de 82,2%, o equivalente a uma redução de 269.66 Ton de CO<sub>2</sub>.

- Sistema IT Médico

Este sistema é utilizado nos locais de intervenção médica. Tem a particularidade de isolar o neutro da instalação, através da inserção de um transformador de potência e uma monitorização de corrente de fuga (através de dispositivos designados por CPI's ou DSI's) instalados nos blocos operatórios, UCI, salas de emergência, salas de cateterismo e outros locais de intervenção médica, visando a proteção complementar para os médicos e pacientes.

Também deve ser considerada a utilização do sistema IT na alimentação das instalações e equipamentos afetos à segurança contra incêndio, devendo estes ser independentes do sistema IT de uso médico.

- Distribuição de Energia em Baixa Tensão

A distribuição de energia nas áreas hospitalares faz-se, normalmente, através de esteiras, caminhos de cabos, coretes e quadros elétricos de distribuição para as redes (normal, emergência e UPS), alimentando as mais diversas cargas terminando em calhas hospitalares, painéis e demais acessórios de apoio.

- Sistemas de Iluminação

Para um sistema de iluminação adequado ao hospital, devem ser realizados estudos e cálculos luminotécnicos, envolvendo um equilíbrio com a luz natural e considerando aspetos técnicos como a intensidade da luz, a restituição cromática, o fator de encandeamento e os fatores arquitetónicos (estéticos), bem como a classificação dos sítios quanto à sua utilização face ao enquadramento nas normas técnicas aplicáveis.

No hospital em questão existem os seguintes circuitos para a iluminação: normal, emergência e blocos autónomos, bem como iluminação de balizamento para circuitos de fuga em caso de emergência.

Para aumentar a segurança e a fiabilidade nos sistemas elétricos, é recomendado:

- Verificar a possibilidade de possuir uma segunda entrada de energia junto do fornecedor público de energia;
- Realizar estudos que permitam identificar uma entrada direta a partir da subestação de energia em Média Tensão para manter 100% da instalação hospitalar na falta de energia;
- As subestações devem possuir transformadores redundantes, nomeadamente para hospitais e estabelecimentos de saúde, pois, em casos em que exista somente um único transformador, e havendo uma falha neste, mesmo tendo energia da rede pública, ou do sistema de média tensão, não é possível restabelecer a energia em tempo útil;

- Os quadros gerais de baixa tensão (QGBT's) devem possuir dispositivos de redundância e *Bypass* para possibilitar manobras de emergência, bem como o desligar parcialmente o sistema para atividades de manutenção. Eventualmente deve ser considerada uma entrada auxiliar protegida por disjuntor para ligar um gerador externo em caso de avaria grave na central de emergência;
- Mesmo tendo postos de transformação próprios, os hospitais não devem abrir mão do sistema composto por um ou mais GG em baixa tensão. Este sistema terá o papel de restabelecer a energia com rapidez para os setores críticos.

Para proteger o hospital de problemas elétricos, o responsável pelas instalações e equipamentos deve:

- Realizar o levantamento completo das instalações elétricas, tendo os projetos devidamente atualizados em Autocad;
- Efetuar medições periódicas para analisar o contexto de carga e procura atual;
- Após análise dos projetos e medições, diagnosticar a situação existente, apresentando à administração do hospital os pontos críticos, riscos e vulnerabilidades da instituição;
- Realizar estudos de casos, simulando situações adversas de falhas e verificando como o seu atual sistema está preparado para não comprometer a continuidade da operação do hospital;
- Propor ações de melhoria que devem ser tomadas por criticidade (de imediato, a curto/médio e longo prazo) visando garantir a fiabilidade e segurança das instalações elétricas.

## 4.2. – Setor da Mecânica

A central térmica é uma instalação que transforma energia em calor. O funcionamento da central térmica está representado na Figura 37.

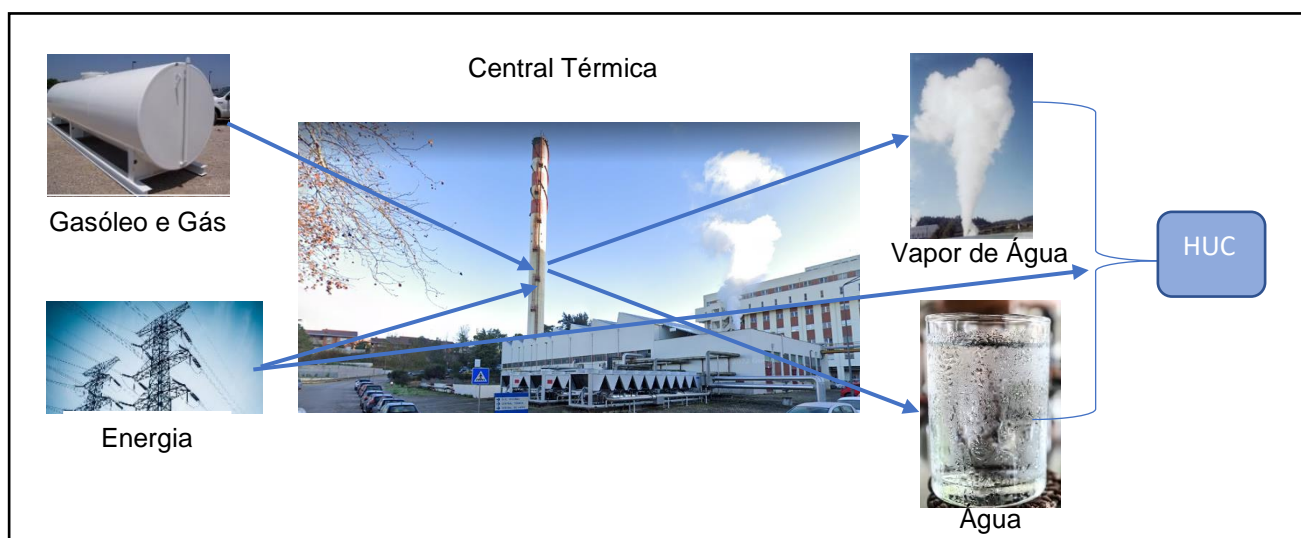


Figura 37: Central Térmica dos HUC



Dentro da central térmica existem vários equipamentos da responsabilidade do SUCH:

- Caldeiras

Na central térmica dos HUC existem três caldeiras, duas funcionam a gasóleo e gás e a terceira funciona apenas a gasóleo, trabalham em regime de turnos, alternadamente. O regime de funcionamento é uma a trabalhar, outra sob pressão, para o caso de uma emergência, e a última em manutenção.

O vapor proveniente da caldeira é usado para diversos serviços, como: a lavandaria, a cozinha, a esterilização e sistemas de Aquecimento Ventilação Ar Condicionado (AVAC). Na Figura 38 está representado o consumo de vapor pelos vários serviços.

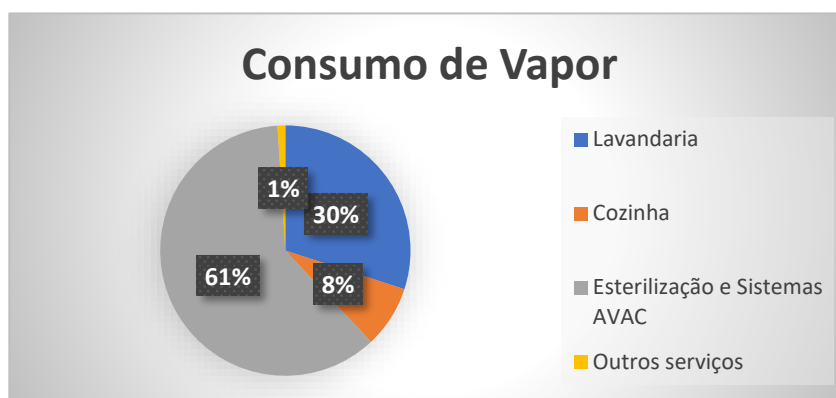


Figura 38: Gráfico ilustrativo do Consumo de Vapor pelos vários serviços

A manutenção das caldeiras só pode ser realizada por um fogueiro com formação para tal (Figuras 39 e 40).



Figura 39: Caldeiras a gás



Figura 40: Caldeira a gasóleo

- *Chiller*

O *Chiller* elétrico utiliza um compressor de parafuso (Figura 41).



Figura 41: *Chillers* Elétricos a) Vista Lateral b) Vista Frontal

- Bombas

Existem vários tipos de bombas na central térmica dos HUC:

- Bombas de água fria – bomba de circulação de água gelada (entre 6 e 8°C) – Figura 42 - e água fria (entre 10 e 16°C) – Figura 43;



Figura 42: Bombas de circulação de água gelada



Figura 43: Bombas de circulação de água fria

- Bombas de água quente – bomba de circulação de água quente (entre os 50 e 60°C) para aquecimento de instalações sanitárias e climatização (Figura 44);



Figura 44: Bombas de circulação de água quente

- Outro tipo de bombas (Figuras 45, 46 e 47);



Figura 45: Bombas da rede de incêndio



Figura 46: Bombas da caldeira



Figura 47: Bombas doseadoras

- Quadro elétrico

Todas as bombas estão associadas a um quadro elétrico. Algumas dessas tem um variador de frequência (Figura 48).

O variador de frequência é um equipamento eletrônico concebido para controlar a velocidade nos motores elétricos de corrente alternada.



Figura 48: Quadro elétrico do variador de frequência

A rede de distribuição de água nos HUC é constituída por:

- Rede de tubagens;
- Bombas;
- Válvulas;
- Coletores hidráulicos;
- Garrafas hidráulicas;
- Purgadores e separadores de ar;
- Filtros e separadores de lixo/ partículas;
- Vasos de expansão;

- Tratamento de água.

Esta rede de distribuição é usada para Águas Quentes Sanitárias (AQS), para os sistemas de AVAC e para a rede de incêndio.

Os sistemas de AVAC referem-se a um conjunto de equipamentos que tem como finalidade climatizar diversos ambientes, garantindo o conforto térmico desses espaços. Nesse sentido, além de proporcionar uma temperatura agradável, o sistema AVAC é responsável por filtrar o ar e eliminar bactérias, mofo e fungos do ambiente em que está inserido.

Os sistemas AVAC, possuem três funções principais: O aquecimento, representado pela letra (A), tem como função manter a temperatura controlada nos dias mais frios; já a ventilação, representada pela letra (V), é responsável por renovar o ar do ambiente e controlar a sua temperatura - isto significa que essa função é capaz de remover a poeira, calor e bactérias do ambiente, por exemplo - os principais métodos utilizados para o cumprimento dessa função são a ventilação natural e a ventilação mecânica; por fim, o Ar Condicionado, representado pela sigla (AC), é um equipamento capaz de garantir a refrigeração. Nos HUC existem os sistemas ilustrados na Figura 49.



Figura 49: Sistemas de AVAC nos HUC

A manutenção dos equipamentos de AVAC do hospital é assegurada pela SUCH; na Tabela 5 encontra-se o número de equipamentos que requerem manutenção e a sua localização. Os equipamentos localizados no exterior pertencem à Central Térmica.

Tabela 5: Equipamentos de AVAC

Localização	Número de Equipamentos
Piso -4	8
Piso -3	44
Piso -2	42

---

Piso -1	160
Piso 0	79
Piso 1	106
Piso 2	52
Piso 3	53
Piso 4	86
Piso 5	9
Piso 6	7
Piso 7	7
Piso 8	13
Piso 9	3
Piso 10	8
Piso 11	27
Edifício São Jerónimo	29
Exterior	200

### 4.3. – Setor da Esterilização

O setor de manutenção dos equipamentos de esterilização do SUCH é responsável pela central de esterilização e por todas as subcentrais existentes no hospital. Nos HUC existem subcentrais em diversos serviços com blocos operatórios dedicados.

A finalidade de uma central de esterilização é:

- Assegurar o procedimento de todos os Dispositivos Médicos (DM) reutilizáveis, necessários à prestação de cuidados ao utente, segundo normas que garantam a qualidade técnica e a otimização de recursos;
- Assegurar a distribuição dos DM desinfetados ou esterilizados aos serviços utilizadores, nas quantidades estabelecidas, observados os padrões de qualidade fixados e nos prazos determinados;
- Promover as ações necessárias à correta circulação, manipulação e tratamento dos DM contaminados;
- Promover as ações necessárias à correta circulação, armazenamento e utilização dos materiais desinfetados ou esterilizados;
- Colaborar com a comissão de controlo de infeção na prevenção e controlo das infeções hospitalares;
- Colaborar na formação dos profissionais de saúde de forma contínua e articulada.

As funções de uma central de esterilização são:

- Recolha e transporte de DM contaminados e processados;
- Lavagem, desinfecção e inspeção dos DM reutilizáveis;
- Preparação e embalagem;
- Esterilização;
- Armazenamento de materiais processados na central;



- Distribuição do material processado.

Uma central de esterilização (Figura 50) tem duas zonas principais, a zona de sujos e a zona de limpos. A zona de sujos é constituída pela zona de receção e pela zona de lavagem, secagem e descontaminação. A zona de limpos é constituída pela zona de inspeção e montagem, pela zona de preparação e embalagem e pela zona de armazéns.

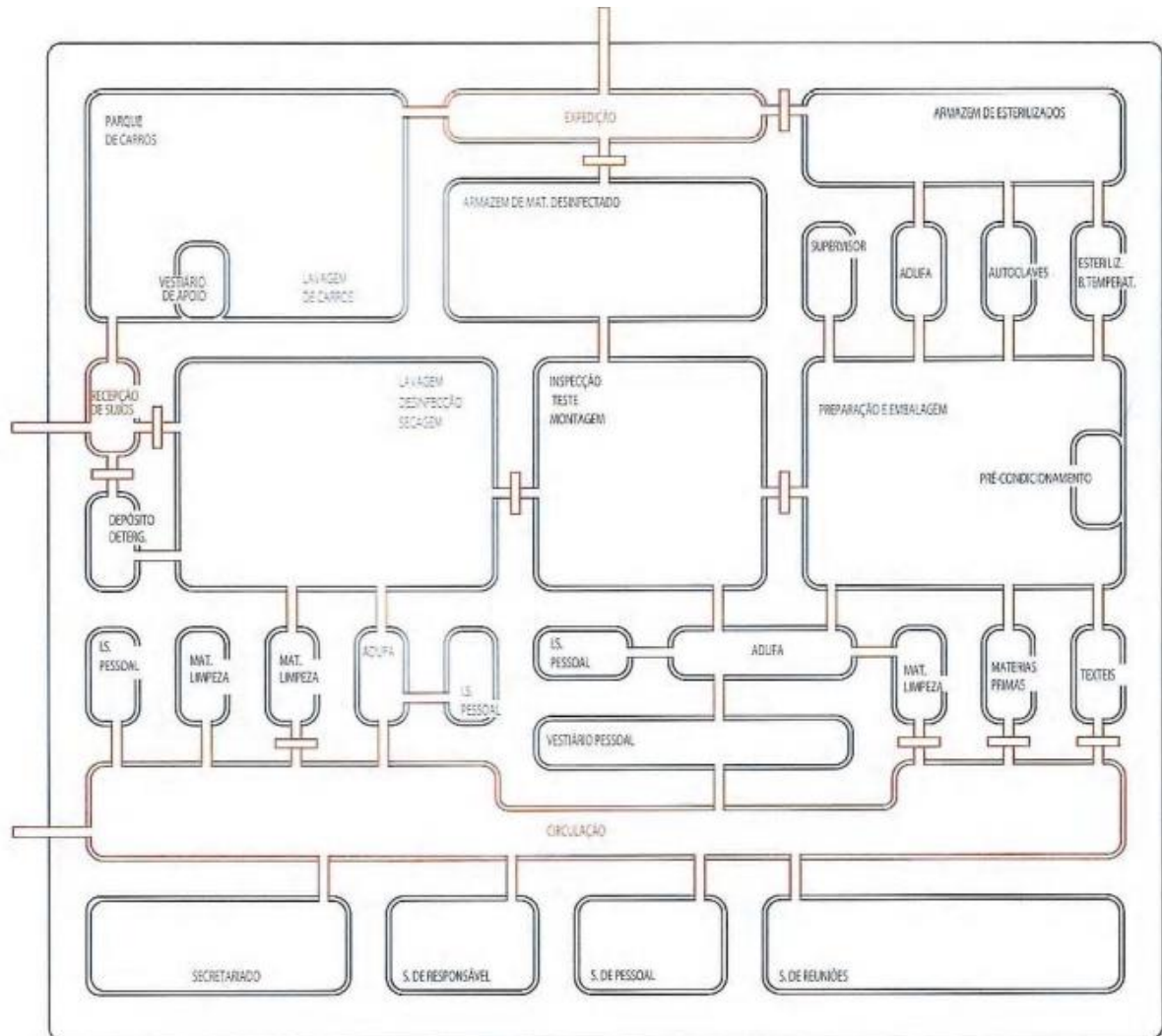


Figura 50: Planta de uma central de esterilização

De seguida é apresentada uma descrição sobre cada uma das zonas.

#### Zona de Sujos:

- Zona de receção – a receção dos DM contaminados deve fazer-se única e exclusivamente por esta zona, onde é feita uma identificação e triagem do material, de acordo com o processo de tratamento a realizar - nesta zona a pressão deve ser negativa em relação ao exterior;
- Zona de lavagem, secagem e desinfecção:
  - é realizada a remoção da sujidade visível e invisível;
  - na secagem é garantida a ausência de proliferação e desenvolvimento microbiano - existem vários processos de secagem, designadamente,

manual (pistola de ar comprimido medicinal), máquinas de lavar/desinfetar e câmara de secagem;

- a zona de desinfeção deve ser mantida limpa e seca e deve dispor de material de limpeza próprio;
- os DM que não necessitem de esterilização, são armazenados no armazém de material desinfetado;
- nesta zona a pressão deve ser negativa em relação à zona de inspeção e montagem, devendo o ar ser renovado, no mínimo, oito vezes por hora.

#### Zona de Limpos:

- Zona de inspeção e montagem:
  - são efetuadas observações do estado de limpeza e das condições de funcionamento dos DM, aplicando-se a inspeção aos DM reutilizáveis e dispositivos de uma única utilização;
  - são montados os DM;
  - os DM são colocados de acordo com a sua dimensão em pequenos cestos ou tabuleiros de apoio;
  - todos os DM que não passarem nos testes de inspeção são colocados em cestos separados e voltam a ser reparados ou substituídos;
  - esta zona está em subpressão relativamente à zona de preparação e embalagem.
- Zona de preparação e embalagem:
  - todos os DM a serem introduzidos numa embalagem devem ser rigorosamente limpos, secos e funcionais;
  - depois em embalados são colocados em autoclaves para proceder à sua esterilização;
  - esta zona está à pressão normal.
- Armazéns:
  - existem dois armazéns distintos: o armazém de material de desinfetados e o armazém de esterilizados;
  - o material estéril deve estar armazenado a uma altura de, pelo menos, 20 a 25 cm do chão, 45 cm do teto e, pelo menos, 5 cm da parede;
  - esta zona encontra-se a pressão positiva em relação à zona anterior.

É necessário o pessoal estar protegido com material específico como: bata impermeável com manga comprida, máscara, máscara com viseira ou óculos de proteção, touca, luvas de nitrilo e calçado impermeável, resistente à perfuração e antiderrapante.

Existem vários tipos de esterilização, mas os mais utilizados são a esterilização por vapor saturado, óxido de etileno e peróxido de hidrogénio: no primeiro caso, o vapor é um esterilizante eficaz, pois é um portador eficaz de energia térmica e destrói, por coagulação, as porções sensíveis internas de microrganismos, penetrando facilmente

na sua camada resistente de proteção exterior; no segundo caso é usado um gás com alto poder de difusão e penetração a baixas temperaturas, sendo adequado para artigos sensíveis à temperatura e pressão; no terceiro caso são usados ciclos de menor tempo (de 52 a 74 minutos), não necessitando de arejamento, sendo indicado para DM sensíveis à humidade. Nos HUC o gás mais usado na esterilização de baixa temperatura é o óxido de etileno.

Devem ser criadas condições que garantam a prevenção de determinados riscos:

- Riscos biológicos – lavagem de DM contaminados, dando especial atenção às precauções *standard*, nomeadamente no escoamento de desperdícios e procedimentos de limpeza, bem como a utilização dos equipamentos de proteção individual;
- Riscos químicos – prevenção dos riscos causados pela utilização de gás de óxido de etileno entre outros produtos, fugas nas canalizações e nas condutas de gás;
- Riscos físicos – proteção ambiental, onde se inclui a temperatura, ventilação, poeiras e filamentos têxteis, iluminação, humidade, utilização de equipamentos ligados à eletricidade;
- Riscos mecânicos – posturas incorretas, ritmo de trabalho e trabalho desajustado;
- Riscos psicossociais – monotonia ou rotina, isolamento, integração no grupo, ambiente de trabalho, reconhecimento da função desempenhada, horário rotativo.

Existem várias normas associadas ao setor da esterilização, algumas destas foram mencionadas na Seção 2.6. (NP 285:2000 e NP 554:1999). A norma NP EN 550 (validação e controlo de rotina da esterilização por óxido de etileno) e a norma ISO 10993-7 (resíduos de óxido de etileno) são importantes, pois o hospital usa o óxido de etileno nos processos de esterilização.

#### **4.4. – Setor de Electromedicina**

No decurso do estágio curricular foi possível analisar e perceber o processo de aquisição de acessórios técnicos de electromedicina para a unidade hospitalar.

Para eleger a empresa que irá fornecer o material em questão, decorreu um concurso de âmbito nacional onde as empresas interessadas puderam apresentar as suas propostas, tendo em conta o conjunto de fatores delineados por parte da unidade hospitalar.

Os principais passos a seguir num concurso deste tipo são:

1. Abertura do concurso numa plataforma eletrónica de contratação pública, disponibilizada pelo SNS;



2. Apresentação das propostas pelas empresas;
3. Análise das propostas feita por um júri multidisciplinar. O conjunto de critérios é estabelecido previamente por parte da unidade hospitalar que vão servir para decidir a melhor proposta a eleger;
4. Ratificação da proposta vencedora pelo Conselho de Administração.

Para efeitos de adjudicação, só são avaliadas as propostas que cumpram os requisitos obrigatórios.

#### 4.5. – Ferramentas de Apoio Utilizadas

O SUCH tem dois *softwares* de manutenção, o EVOLUTION e o AZURE.

Os HUC têm três *softwares*, dois deles são para efetuar os Pedidos de Assistência Técnica (PAT) - o PHC e o GHAF (Figura 51) - e o último é um *software* da Glint usado para efetuar as compras.

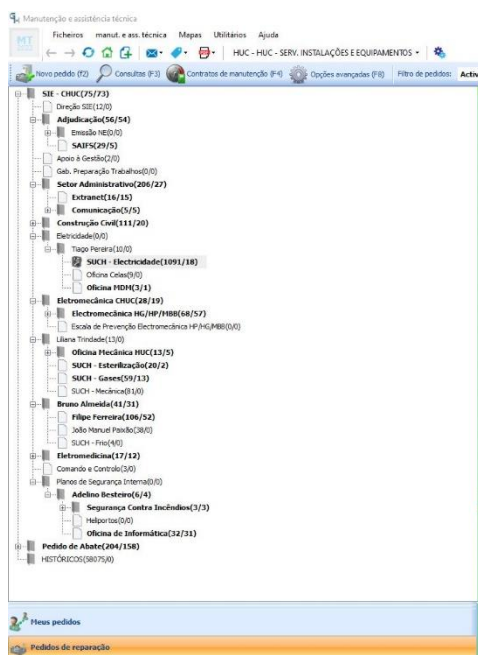


Figura 51: Software GHAF

O GHAF está organizado por setores, o SUCH recebe os pedidos através deste software. Quando ocorre uma avaria num equipamento, o serviço reporta a avaria e pede a reparação através da plataforma interna do hospital. De seguida, o pessoal administrativo do SIE reencaminha a informação para a pasta do respetivo setor do SUCH (Figuras 52, 53 e 54).

• Pedidos para SUCH – Frio, pertence ao setor mecânica

Núm ped	Data pedido	Data Medição	% Qnd	Estado	Unidade Área	Cu.Ped	Local	Serviços	Setor/Ofiça
229794	23/05/2022	03/05/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Serviços Farmacêuticos - Distribuição - Polo HUC	Ambulatório 1	Bruno Almeida	SUCH - Frio
229796	04/05/2022	31/05/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Oftalmologia	Banco de Olhos	Bruno Almeida	SUCH - Frio
229855	03/05/2022	05/05/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Dermatologia - Consulta Estética - Polo HUC	Cabinete de apoio...	Bruno Almeida	SUCH - Frio
229863	22/02/2022	20/04/2022	25	Atrasado	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Central - Gastro Comum	Sala P2	Bruno Almeida	SUCH - Frio

Figura 52: PAT para mecânica

• Pedidos para SUCH – Esterilização

Núm ped	Data pedido	Data Medição	% Qnd	Estado	Unidade Área	Cu.Ped	Local	Serviços	Setor/Ofiça	Beta
229899	20/06/2022	20/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Oftalmologia - Consulta Estética - Polo HUC	Gabinete 2	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231158	16/05/2022	17/05/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
231497	14/04/2022	20/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Fêmites - Endoscópicas e Terapêuticas - Polo HUC	Fibroscope	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231596	14/06/2022	14/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Anestesiologia - Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos - Polo HUC	UCM 9	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231339	13/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Interna - Internamento - Polo HUC	MED - D contactL	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231302	13/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Hematologia Clínica - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
231249	13/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Neurocirurgia - Internamento - Polo HUC	NCA	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231233	10/06/2022	10/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Otorrinolaringologia - Internamento - Polo HUC	Otorrino Intern...	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231220	09/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Intensiva - Polo HUC	posto 3	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231113	08/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Grurgia Geral - Internamento - Polo HUC	Cirurgia 9, 2º FCSO	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231098	08/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Polo HUC	Pneum B	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231062	08/04/2022	13/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Intensiva - Polo HUC	posto 1	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
230964	07/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	ORL - INTERNAMENTO	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
230961	07/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Neurocirurgia - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
230922	07/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Endocrinologia - Internamento - Polo HUC	13801	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
230914	06/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Hematologia Clínica - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
230817	05/06/2022	13/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Grurgia Vasculor - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
230784	03/04/2022	03/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Ginecologia - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0	
230779	03/04/2022	03/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Intensiva - Polo HUC	PSO 1	Liliana Trindade	SUCH - Gases	0
231762	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Bloco Partos	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
231727	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL GERAL	Esterilização - Polo HG	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	1	
231711	18/06/2022	18/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Unidade de Queimados - Internamento - Polo HUC	Sala de apoio	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
231229	17/06/2022	17/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Unidade de Queimados - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
231222	16/06/2022	16/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Hematologia Clínica - Unidade Transplante Hematopoietico - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
230929	09/06/2022	09/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Endocrinologia - Consulta Estética - Medicina Dentária - Polo HUC	7888	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
231011	03/05/2022	03/05/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Cardiologia - Internamento - Polo HUC	Cardiologia Intern...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
231082	30/05/2022	02/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Cardiologia - Internamento - Polo HUC	Cardiologia Intern...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
230974	26/05/2022	26/05/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Grurgia Maxilo Facial	sala de preparaçã...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232524	17/06/2022	20/05/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Oftalmologia	esterilizado	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232081	20/04/2022	20/04/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Esterilização - Polo HUC	SE HUC	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232447	02/04/2022	04/04/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Polo HUC	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
232758	24/03/2022	02/04/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Central - Gastro Comum	sala 9	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232469	10/03/2022	27/04/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL GERAL	Esterilização - Polo HG	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
232382	28/02/2022	28/02/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	UTI Adultos - Internamento - Transplantação Hepática	Contacto 24702	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232323	23/02/2022	23/02/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Grurgia Maxilo Facial	Sala preparação G...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232098	17/02/2022	21/02/2022	25	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Grurgia Cardiorior	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0	
232499	22/02/2022	28/02/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Polo HUC	sala de despoja...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0
232109	03/01/2022	10/01/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	BLOCO OPERATÓRIO PROFERÁICO - Polo HUC	S.U. PROFERÁICO ...	Liliana Trindade	SUCH - Esterilização	0

Figura 53: PAT para esterilização

• Pedidos para SUCH - Eletricidade

Núm ped	Data pedido	Data Medição	% Qnd	Estado	Unidade Área	Cu.Ped	Local	Serviços	Setor/Ofiça
231778	21/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Cardiologia - UCI Cardiologia - Polo HUC		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231773	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Unidade Sub Agudos - Polo HUC	sala de tratame...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231772	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Pneumologia - Internamento - Unidade Sub Agudos - Polo HUC	entrada do cor...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231770	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Nuclear - Internamento - Polo HUC		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231766	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Imunonefrologia - Consulta Externa - Polo HUC	sala de testes	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231754	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Serviço de Sangue e Medicina Transfusional - Medicina Transfusional - Polo HUC	Sala de enferma...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231753	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Periférico - Cirurgia Cardiorior		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231751	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Urologia - Internamento - Transplante Rim - Polo HUC		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231721	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL GERAL	Esterilização - Polo HG		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231720	20/06/2022	20/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Intensiva - Polo HUC	SMU	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231718	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Medicina Nuclear - Exames - Exames Gerais	Desk Sala Fern...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231715	20/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	DOENÇAS INFECCIOSAS	sala de enferma...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231702	20/06/2022	20/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Grurgia Cardiorior - Internamento - Polo HUC	posto 2 enferma...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231700	20/06/2022	20/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Grurgia Cardiorior - Internamento - Polo HUC	enfermaria	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231684	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Departamento de Neurologia, Neurocirurgia, Ortopedia e Medicina Física e Rehabi...		Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231677	20/06/2022	21/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Neurologia - Internamento - Polo HUC	Quarto 7	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231665	19/06/2022	20/06/2022	0	Reparação	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Bloco Operatório Central - Gastro Comum	BUC	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231662	19/06/2022	20/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Grurgia Geral - Internamento - Polo HUC	CHURUBA 8, 2º F...	Eletricidade	SUCH - Eletricidade
231641	17/06/2022	17/06/2022	100	Concluído sem Resposta	CHUC-HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE COIMBRA	Urologia - Internamento - Polo HUC	Plano 13	Eletricidade	SUCH - Eletricidade

Figura 54: PAT para eletricidade

O processo de pedidos de manutenção curativa efetuado pelo SUCH está representado na figura 55. Este fluxograma é igual para o setor da eletricidade, mecânica e esterilização.

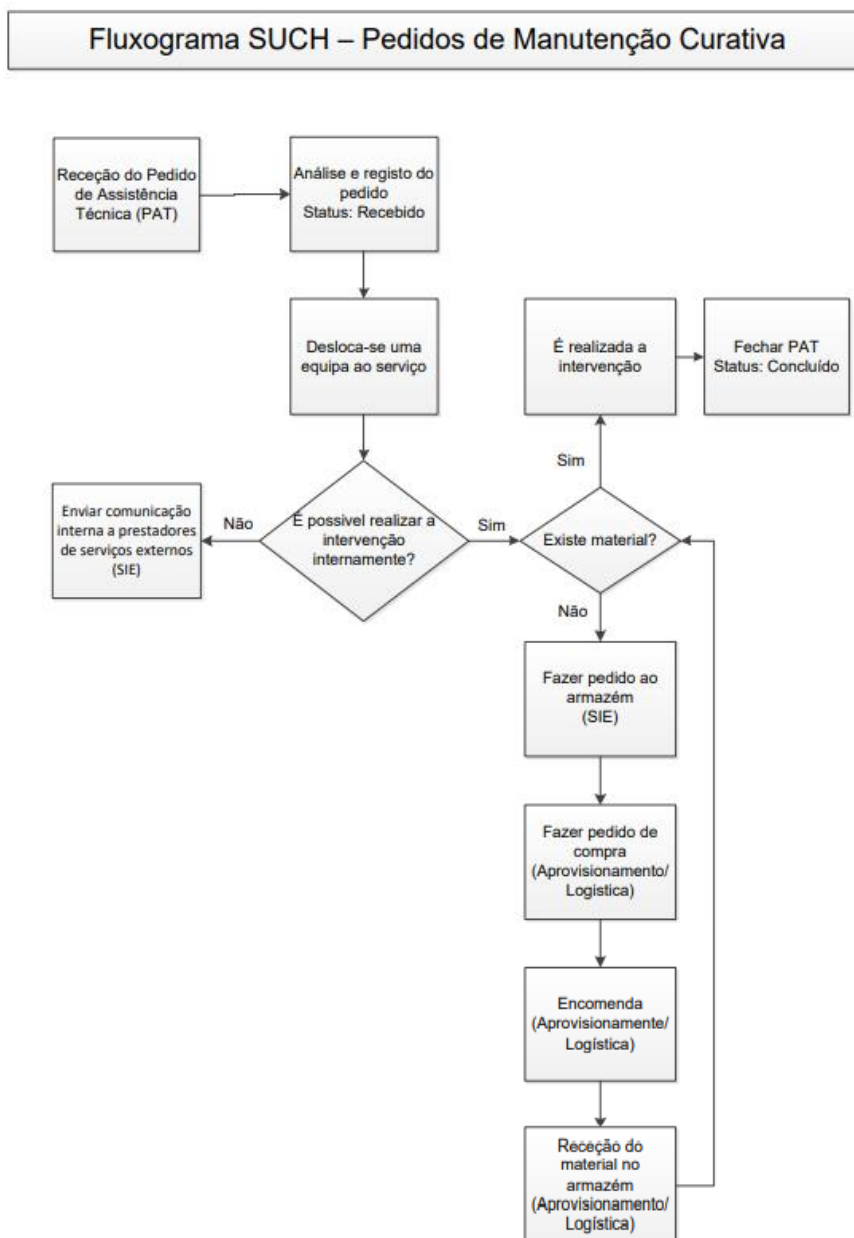


Figura 55: Fluxograma do SUCH

A manutenção preventiva dos equipamentos é realizada pelo SUCH, consoante as datas previstas no plano anual de manutenção de acordo com o protocolo/contrato em vigor.

Quando é necessário realizar uma intervenção que não está incluída no contrato, o SIE tem de fazer uma comunicação a pedir o orçamento ao SUCH e após a sua aprovação pelo conselho de administração do hospital, o SUCH pode marcar o dia e hora para realizar a intervenção.



## CAPÍTULO V – ANÁLISE CRÍTICA

De seguida, vai ser apresentada uma análise crítica sobre a manutenção, gestão de ativos físicos e metrologia, no âmbito das atividades desenvolvidas ao longo do estágio.

O SUCH tem vários contratos de prestação de serviços de manutenção com o CHUC, dependendo do setor. Garantir a máxima disponibilidade dos equipamentos é o objetivo do CHUC. O ciclo de vida do equipamento decorre desde a sua entrada em funcionamento até à sua desativação, mas este pode ser diferente do tempo de vida útil do mesmo; neste tipo de equipamentos deve ter-se em consideração a vertente da obsolescência tecnológica.

A respeito da questão número um, “O software de gestão de ativos e a respetiva base de dados do SUCH está explorado em todas as suas potencialidades?”, a resposta é não. Podia ser adicionado o registo detalhado das características técnicas, imagens e associação de qualquer tipo de documento, com ou sem datas de validade, a compra e acompanhamento visual do estado das encomendas, de acordo com as entregas efetuadas e o impacto das encomendas emitidas no estado “Em Execução” do orçamento de manutenção. Também seria importante o registo pormenorizado de todas as intervenções corretivas e preventivas, para ser possível a análise de mais KPI's.

No processo de aquisição de consumíveis técnicos (*spare parts*) é necessário calcular uma estimativa do custo do ciclo de vida de cada equipamento (este inicia-se antes de se efetuar a compra do equipamento) para serem estudadas todas as alternativas possíveis. Neste momento, não é considerado como prioritário o custo de ciclo de vida dos equipamentos, i.e., o ciclo de vida do investimento, antes de ser efetuada a compra.

Em relação à questão número dois, “Como melhorar o caderno de encargos para aquisição de ativos hospitalares?”, são consideradas certificações associadas ao código de registo do Infarmed, mas poderia ser benéfico certificações por normas internacionais aplicáveis.

Atualmente os fornecedores de alguns equipamentos só fabricam peças-de-reserva por um tempo limitado. Por exemplo, um dos fornecedores das UPS no seu relatório de manutenção (Figura 56) indica o estado de obsolescência do equipamento. Como indicado no relatório, nos próximos anos só existem peças-de-reserva até 2028; após esse ano, o equipamento é considerado obsoleto, não existindo peças-de-reserva alternativas.

## Estado de obsolescência

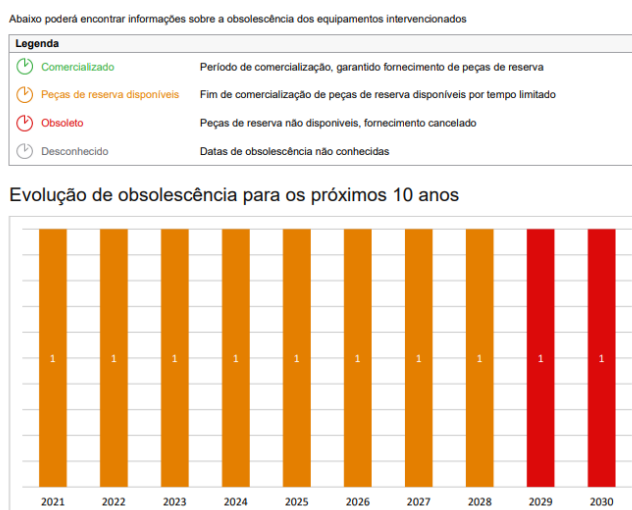


Figura 56: Estado de obsolescência de uma UPS

Como mencionado no capítulo anterior, os *softwares* (dos HUC e SUCH) não têm interligação. Logo, não há cruzamento de informação, o que traz alguns constrangimentos para os engenheiros responsáveis pelos setores, pois necessitam inserir a mesma informação nos dois *softwares*.

A resposta à última questão, “Como fazer a interoperabilidade entre os vários programas de *software* existentes de suporte à gestão de ativos?”, é interligar os *softwares*, a partir da base de dados; ou seja, ambos teriam que ter a mesma base de dados para poderem comunicar entre si.

Após a realização de uma intervenção corretiva é preenchido um relatório de manutenção, mas este não fica registado no histórico do equipamento. Logo não é possível fazer um histórico de intervenções para todos os equipamentos sob a responsabilidade do SUCH. A gestão de ativos físicos, de uma forma geral, deveria ser mais considerada.

O desenvolvimento da metrologia no sistema de saúde trouxe bastantes benefícios: um dos seus principais benefícios é o facto de esta garantir a fiabilidade dos equipamentos. Com o constante avanço da tecnologia, muitos diagnósticos são baseados em equipamentos e instrumentos modernos, e os resultados oferecidos por estes vão, em conjunto com as análises dos médicos, caracterizar o estado de saúde do paciente e quais os próximos passos no diagnóstico e tratamento de uma doença.

Para garantir que essas medições sejam condizentes com a realidade, é importante submeter os instrumentos a avaliações metrológicas adequadas, assegurando os procedimentos que serão realizados.

Considerando o cumprimento do critério de aceitação definido em função do erro máximo e incerteza definida durante a etapa de calibração, deve ser realizada a confirmação metrológica do equipamento, resultando na aprovação, reprovação ou

utilização com restrições do mesmo, em função do EMA (Erro Máximo Admissível) definido.





## CAPÍTULO VI – CONCLUSÃO

Durante o estágio, o SUCH e o CHUC possibilitaram o contato com diversas equipas existentes numa unidade hospitalar, desde médicos, enfermeiros, técnicos, pessoal administrativo, entre outros, o que permitiu aplicar de uma forma real conceitos assimilados na formação académica.

A gestão de ativos é um processo que envolve o equilíbrio entre diversas variáveis, como custos, riscos, oportunidades, benefícios de desempenho, entre outros, visando a otimização de recursos.

As normas são importantes para garantir o bom desempenho e segurança, minimizando os riscos associados à utilização dos equipamentos médicos.

A realização de intervenções de manutenções preventivas é recomendável por ser economicamente rentável. A existência de manutenção preventiva evita custos adicionais com futuras intervenções de manutenção corretivas e reduz significativamente o tempo de paragem dos equipamentos.

Concluindo, quando uma empresa investe e valoriza a gestão de ativos tem a probabilidade de se adaptar a procedimentos e normas internacionais. É importante que os ativos funcionem em condições ideais, num ambiente organizado, de acordo com as normas nacionais e internacionais aplicáveis, bem como o estado da arte do conhecimento.

Os objetivos propostos para o estágio foram concluídos com êxito, permitindo a consolidação dos conhecimentos académicos.

Como corolário deste percurso foi apresentada uma comunicação no CONGREGA2022 (1º Congresso Nacional de Engenharia e Gestão de Ativos) e está a ser elaborado um artigo científico para ser submetido a uma revista internacional.

Seguidamente, são apresentadas algumas propostas de melhorias futuras:

- Utilização de um *software* de gestão da manutenção para recolher-se o máximo de informação sobre todos os equipamentos e criar um histórico;
- Elaboração de um quadro de indicadores (KPI);
- Realização de análises periódicas aos KPIs;
- Análise sobre o impacto da implementação de atividades metrológicas nas unidades hospitalares, de modo a garantir a existência de um ou mais técnicos formados na área (metrologia) em cada unidade hospitalar, visando o incremento do rigor, quer no diagnóstico quer no tratamento médico.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] APCER. (2015). <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/169/iso-14001>, Associação Portuguesa de Certificação (pagina internet oficial), Portugal, acedido em 2022.01.17
- [2] APCER. (2018). <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/191/iso-22000>, Associação Portuguesa de Certificação (pagina internet oficial), Portugal, acedido em 2022.01.17
- [3] APCER. (2019). <https://apcergroup.com/pt/certificacao/pesquisa-de-normas/177/iso-45001>, Associação Portuguesa de Certificação (pagina internet oficial), Portugal, acedido em 2022.01.17
- [4] Bispo, P. J. M. (2013). *Manutenção de Sistemas de Monitorização e Apoio à Vida*, tese de Mestrado, Departamento de Engenharia Eletrotecnica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra. Disponível em <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/13458/1/Pedro-Bispo.pdf>, acedido em 2022.01.31
- [5] Cabral, J. S. (1998). *Organização e Gestão da Manutenção – dos Conceitos à Prática*, Lisboa: LIDEL. ISBN: 972-757-052-6.
- [6] Cabral, J. S. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção*, Lisboa: LIDEL, 4o Edição. ISBN: 978-972-757-440-7.
- [7] Carreira, F. ; Silva, L. e Carneira, T. (2010). *Manutenção - Evolução e Sua Importância*, Trabalho de Gestão da Manutenção. Disponível em [https://www.academia.edu/38674322/Manuten%C3%A7%C3%A3o\\_Evolu%C3%A7%C3%A3o\\_e\\_Sua\\_Import%C3%A2ncia](https://www.academia.edu/38674322/Manuten%C3%A7%C3%A3o_Evolu%C3%A7%C3%A3o_e_Sua_Import%C3%A2ncia), acedido em 2022.04.06
- [8] CHUC. <http://utrchuc.blogspot.com/p/localizacao.html> . Centro Hospital e Universitário de Coimbra, acedido em 2022.01.17
- [9] Correia, F. M. (2006). *Gestão e organização da manutenção, de equipamento de conservação e manutenção de infra-estruturas ferroviárias*, Porto. Disponível em <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/12374/2/Texto%20integral.pdf>, acedido em 2022.05.16
- [10] Farinha, J. T. (1997). *Manutenção das Instalações e Equipamentos Hospitalares: uma Abordagem Terologica*, Livraria Minerva Editora, Coimbra. ISBN: 978-972-831-816-1.
- [11] Gestão da Qualidade. <https://gestao-de-qualidade.info/ferramentas-da-qualidade/pdca.html>, acedido em 2022.01.19
- [12] <https://dimave.com.br/bisturi-eletrico-o-que-e-e-como-funciona/?msclkid=fd40a8d5aab611eca90af2de9ddae03b3.3.5> – Ventiladores, acedido em 2022.02.17

- [13] Cruz Vermelha Portuguesa. <https://www.cruzvermelha.pt/socorro-e-emerg%C3%Aancia/agir-na-preven%C3%A7%C3%A3o/programa-desfibrilha%C3%A7%C3%A3o-autom%C3%A1tica-externa.html#passos-para-pertencer-a-uma-equipa-de-emerg%C3%Aancia>. (página oficial internet), Portugal, acedido em 2022.02.17
- [14] <https://www.manutencaoemfoco.com.br/curva-da-banheira-parte-ii/>, acedido em 2022.02.18
- [15] Wikipedia. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Desfibrila%C3%A7%C3%A3o> . (página oficial), Portugal, acedido em 2022.03.10
- [16] INFARMED. <https://www.infarmed.pt/web/infarmed/perguntas-frequentes-area-transversal/dm>. Autoridade Nacional do Medicamento e Produtos de Saúde (pagina oficial internet), Portugal, acedido em 2022.03.30
- [17] INFRASPEAK. <https://blog.infraspeak.com/pt-pt/o-que-mtbf/> , acedido em 2022.02.14
- [18] IPQ. <http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/qualidade/SGQ/Paginas/SGQ-enguad.aspx>. Instituto Portugues da Qualidade (página internet oficial), Portugal, acedido em 2022.01.17
- [19] IPQ (2013), *Espaço Q*, edição 53. Disponível em <http://www1.ipq.pt/PT/Site/EspacoQ/historico/site/index.aspx>, acedido em 2022.03.22
- [20] IPQ. (2015). *Metrologia na Saúde - Guia de Boas Práticas*. Disponível em <http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/Guia%20de%20Boas%20Praticas%20MetSaude.pdf>, acedido em 2022.04.05
- [21] IPQ. (2017). *Metrologia na Saúde – Guias de Boas Práticas – Bombas de Perfusão. Parte II, Capítulo III*. Disponível em [http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/GBP\\_BombasPerfusao.pdf](http://www1.ipq.pt/PT/IPQ/Publicacoes/PublicacoesDownload/Documents/GBP_BombasPerfusao.pdf), acedido em 2022.05.04
- [22] Leão, J.; Ferreira, M. e Navas, H. (2019) . *Aspetos metrologicos na manutenção de equipamentos médicos*. Manutenção, Vol.140. Disponível em <https://novaresearch.unl.pt/en/publications/aspectos-metrol%C3%B3gicos-na-manuten%C3%A7%C3%A3o-de-equipamentos-m%C3%A9dicos>, acedido em 2022.05.12
- [23] Marçal, M. (2018) . *Metrologia em Equipamentos Médicos: Caso de Estudo num Hospital Português*. Disponível em [https://run.unl.pt/bitstream/10362/41287/1/Marcal\\_2018.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/41287/1/Marcal_2018.pdf), acedido em 2022.04.06
- [24] Marques, F. P. (2008). *Análise do perfil dos consumos de gases e anestésicos, durante a anestesia geral, em circuitos fechados*. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica. Universidade de Coimbra. Disponível em <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/9936>, acedido em 2022.05.05

- [25] Paulsen, A. W. (2000). *Essentials of Anesthesia Delivery*. CRC Press. The Biomedical Engineering Handbook. ISBN: 978-0-8493-2122-1.
- [26] Pinheiro, A. L. S. e Macena, W. G. (2019) . *Tecnologia IOT como Ferramenta para Melhoria da Performance da Manutenção Preditiva em Equipamentos Rotativos*. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/338138868\\_Tecnologia\\_IOT\\_como\\_Ferramenta\\_para\\_Melhoria\\_da\\_Performance\\_da\\_Manutencao\\_Preditiva\\_em\\_Equipamentos\\_Rotativos](https://www.researchgate.net/publication/338138868_Tecnologia_IOT_como_Ferramenta_para_Melhoria_da_Performance_da_Manutencao_Preditiva_em_Equipamentos_Rotativos), acedido em 2022.04.06
- [27] Pinto, V. M. (1994). *Gestão da Manutenção*. Edições IAPMEI, Lisboa. ISBN: 972-9205-57-4
- [28] Pinto, C. V. (2002). *Organização e Gestão da Manutenção (2ª Edição)*. MONITOR – Projectos e Edições, Lda. Lisboa. ISBN:972-9413-39-8.
- [29] Raposo, H. ; Farinha, J. T. ; Pais, E. e Galar, D. (2021) . An Integrated Model for Dimensioning the Reserve Fleet based on the Maintenance Policy. vol. 16. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/348308510\\_An\\_Integrated\\_Model\\_for\\_Dimensioning\\_the\\_Reserve\\_Fleet\\_based\\_on\\_the\\_Maintenance\\_Policy](https://www.researchgate.net/publication/348308510_An_Integrated_Model_for_Dimensioning_the_Reserve_Fleet_based_on_the_Maintenance_Policy), acedido em 2022.04.20
- [30] Santos, M. J. M. F. (2009). *Gestão de manutenção do equipamento*. Porto. Disponível em <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60041/1/000134665.pdf>, acedido em 2022.04.19
- [31] Schutz, S. L. (2001). *Oxygen Saturation Monitoring by Pulse Oximetry*. Debra J. Lynn-McHale, Karen K. Carlson. Disponível em <https://docplayer.net/20722410-Oxygen-saturation-monitoring-by-pulse-oximetry.html>, acedido em 2022.04.16
- [32] Sônego, F. S. (2007). *Estudo de métodos de avaliação de tecnologias em saúde aplicada a equipamentos eletromédicos* . Florianópolis. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/90123>, acedido em 2022.03.18
- [33] SUCH. <https://www.such.pt/pt/>,. Serviço de Utilização Comum dos Hospitais (página internet oficial), Portugal, acedido em 2022.01.17
- [34] W. H. Organization. *WHO Medical device technical series: Introduction to medical equipment inventory management*. Disponível em [http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44561/9789241501392\\_eng.pdf;jsessionid=436865098A95D429AE07F999EBA177B8?sequence=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44561/9789241501392_eng.pdf;jsessionid=436865098A95D429AE07F999EBA177B8?sequence=1), acedido em 2022.04.26



# ANEXOS

## **Anexo I – Análise de Equipamentos de Electromedicina**



**1 – Monitores de Sinais Vitais**

O primeiro caso compara quatro equipamentos com marca e modelo igual (Tabela 6).

Tabela 6: Monitores de Sinais Vitais - 1º Caso

**1º Caso: Marca e Modelo Igual**

	<b>Equipamento A</b>	<b>Equipamento B</b>	<b>Equipamento C</b>	<b>Equipamento D</b>
<b>ID</b>	1604346	1604390	1604501	1804799
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XX	XX	XX	XX
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	6	8	4	4
<b>Ano de Instalação</b>	2016	2016	2016	2017
<b>Anos de uso</b>	6	6	6	5
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	8	11,5	7	5
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	47880	24720	11784	9960
<b>MTBF</b>	7980	3090	2946	2490
<b>MTTR</b>	1,333333333	1,4375	1,75	1,25
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9833%	99,9535%	99,9406%	99,9498%

Comparando os três primeiros equipamentos, ambos foram instalados no mesmo ano, e apresentam o mesmo número de manutenções corretivas, mas apresentam MTBF e MTTR diferentes.

Em relação ao equipamento D, tem menos um ano de instalação e menos uma manutenção corretiva.

O equipamento com o maior MTBF é o equipamento A, logo é o mais fiável.

O segundo caso compara quatro equipamentos com marca igual e modelo diferente (Tabela 7).

Tabela 7: Monitores de Sinais Vitais - 2º Caso

**2º Caso: Marca igual e Modelo Diferente**

	<b>Equipamento A</b>	<b>Equipamento B</b>	<b>Equipamento C</b>	<b>Equipamento D</b>
<b>ID</b>	2105758	1303155	1302747	1301915
<b>Marca</b>	Y	Y	Y	Y
<b>Modelo</b>	YX	YY	YZ	YQ
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	3	2	10	2
<b>Ano de Instalação</b>	2020	2009	2009	2009
<b>Anos de uso</b>	2	13	13	13
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	4	2	12,5	2,5
<b>Tempo de funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	4704	59688	61128	5856
<b>MTBF</b>	1568	29844	6112,8	2928
<b>MTTR</b>	1,333333333	1	1,25	1,25
<b>Disponibilidade</b>	99,9150%	99,9966%	99,9796%	99,9573%

Todos os equipamentos estão no estado de ativos.

O equipamento C, é o que apresenta mais intervenções corretivas, mas em contrapartida tem o maior tempo de funcionamento sem avarias

Comparando o equipamento B com o D, ambos tem o mesmo número de intervenções, mas MTBF muito diferentes pois o tempo de funcionamento sem avarias é muito diferente.

O último caso compara quatro equipamentos de marcas diferentes (Tabela 8).

Tabela 8: Monitores de Sinais Vitais - 3º Caso

**3º Caso: Marcas Diferentes**

	<b>Equipamento A</b>	<b>Equipamento B</b>	<b>Equipamento C</b>	<b>Equipamento D</b>
<b>ID</b>	1604359	1300498	1303372	1302738
<b>Marca</b>	X	Z	Q	Y
<b>Modelo</b>	XX	ZZ	QQ	YZ
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	4	7	4	16
<b>Ano de Instalação</b>	2016	2002	2000	2010
<b>Anos de uso</b>	7	20	22	12
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>29</b>
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	<b>18192</b>	<b>53640</b>	<b>20928</b>	<b>38088</b>
<b>MTBF</b>	<b>4548</b>	<b>7662,857143</b>	<b>5232</b>	<b>2380,5</b>
<b>MTTR</b>	<b>0,75</b>	<b>0,857142857</b>	<b>0,75</b>	<b>1,8125</b>
<b>DISPONIBILIDADE</b>	<b>99,9835%</b>	<b>99,9888%</b>	<b>99,9857%</b>	<b>99,9239%</b>

Neste caso, os equipamentos são de marcas diferentes e foram instalados em anos diferentes, mas encontram-se no estado de ativos.

O equipamento D é o que apresenta mais intervenções corretivas, logo maior MTTR.

O equipamento C é o mais antigo e apresenta menos intervenções corretivas.

O equipamento mais fiável é o B, pois apresenta o MTBF mais elevado. Os equipamentos com maior manutibilidade são os A e B, pois apresentam o MTTR mais baixo.

2 – Eletrobisturis

O primeiro caso compara quatro equipamentos com marca e modelo igual (Tabela 9).

Tabela 9: Eletrobisturi - 1º Caso

1º Caso: Marca e Modelo Igual

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1300359	1300355	1300353	1300357
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XX	XX	XX	XX
<b>Estado</b>	Abatido	Ativo	Fora Serviço	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	2	2	2	7
<b>Ano de Instalação</b>	1995	1995	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	21	27	27	24
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	3	2,5	8	16
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	178584	194496	148536	155208
<b>MTBF</b>	89292	97248	74268	22172,57143
<b>MTTR</b>	1,5	1,25	4	2,285714286
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9983%	99,9987%	99,9946%	99,9897%

Todos os equipamentos foram instalados no mesmo ano, mas apresentam estado de funcionamento diferentes e número de intervenções corretivas diferentes também.

Comparando o equipamento A com o D, ambos estão no estado de abatido, mas o D tem mais intervenções corretivas e por sua vez maior MTTR.

Comparando o equipamento B com o C, ambos tem o mesmo número de intervenções corretivas, mas estados de funcionamento diferentes. O equipamento B apresenta um MTBF maior, pois teve um tempo de funcionamento sem avarias muito superior.

Comparando o equipamento A com o B, ambos tem o mesmo número de intervenções, apenas diferem no tempo de reparação e tempo de funcionamento sem avarias, o que por sua vez altera o valor de MTBF, MTTR e disponibilidade.

O segundo caso compara quatro equipamentos com marca igual e modelo diferente (Tabela 10).

Tabela 10: Eletrobisturi - 2º Caso

**2º Caso: Marca igual e Modelo Diferente**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1302262	1301053	1300764	1300350
<b>Marca</b>	Y	Y	Y	Y
<b>Modelo</b>	YZ	YY	YZ	YS
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Fora Serviço
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	S/ dados	1	1	S/ dados
<b>Ano de Instalação</b>	1995	1995	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	27	27	27	27
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	S/ dados	2	1	S/ dados
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	S/ dados	167400	154488	S/ dados
<b>MTBF</b>	S/ dados	167400	154488	S/ dados
<b>MTTR</b>	S/ dados	2	1	S/ dados
<b>DISPONIBILIDADE</b>	S/ dados	0,999988053	0,999993527	S/ dados

Comparando o equipamento A com o D, ambos têm zero intervenções e são do mesmo ano, mas tem estados de funcionamento diferentes.

Comparando o equipamento B com o C, ambos tem o mesmo número de intervenções e estados de funcionamento iguais, mas apresentam valor de MTTR e disponibilidade diferentes, pois o tempo de funcionamento sem avarias do equipamento B é maior que o do C.

O último caso compara quatro equipamentos de marcas diferentes (Tabela 11).

Tabela 11: Eletrobisturi - 3º Caso

**3º Caso: Marcas Diferentes**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1604331	1302197	1303295	1503786
<b>Marca</b>	Z	Q	S	R
<b>Modelo</b>	ZZ	QQ	SS	RR
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Abatido	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	2	4	S/ dados	8
<b>Ano de Instalação</b>	2016	2005	2013	2014
<b>Anos de uso</b>	6	17	2	8
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	2	3,5	S/ dados	8,5
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	35568	138408	S/ dados	48144
<b>MTBF</b>	17784	34602	S/ dados	6018
<b>MTTR</b>	1	0,875	S/ dados	1,0625
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9944%	99,9975%	S/ dados	99,9823%

Comparando o equipamento A com o B, encontram-se no mesmo estado de funcionamento, mas tem intervenções corretivas diferentes. Como podemos observar o equipamento B tem mais anos de funcionamento, mais uma intervenção corretiva, logo é de esperar que o MTBF, o MTTR e a disponibilidade sejam maiores.

Comparando o equipamento C com o D, apresentam estados de funcionamento diferentes, mas apresentam um número de intervenções corretivas diferentes.

Comparando o equipamento A com o D, encontram-se no mesmo estado de funcionamento, mas o D tem mais intervenções corretivas. Logo podemos concluir que o equipamento D apresenta um valor de MTTR mais elevado.

### 3 – Desfibriladores

O primeiro caso compara quatro equipamentos com marca e modelo igual (Tabela 12).

Tabela 12: Desfibrilhador - 1º Caso

#### 1º Caso: Marca e Modelo Igual

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1301082	1300346	1300762	1300345
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XX	XX	XX	XX
<b>Estado</b>	Abatido	Abatido	Abatido	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	3	2	2	4
<b>Ano de Instalação</b>	1995	1995	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	19	19	19	19
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	5	2	3	10
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	158112	153600	75144	166104
<b>MTBF</b>	52704	76800	37572	41526
<b>MTRR</b>	1,666666667	1	1,5	2,5
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9968%	99,9987%	99,9960%	99,9940%

Todos os equipamentos encontram-se no estado de abatido e funcionaram durante o mesmo período.

O equipamento D foi o que teve mais intervenções corretivas e mais tempo de reparação, logo apresenta um MTTR e disponibilidade superior.

Os equipamentos B e C tiveram apenas duas intervenções corretivas, mas no equipamento C o tempo de reparação foi maior pelo que o MTTR é mais elevado.



O 2º Caso não foi possível analisar, pois não existiam dados de desfibrilhadores da mesma marca com modelos diferentes.

O último caso compara quatro equipamentos de marcas diferentes (Tabela 13).

Tabela 13: Desfibrilhadores - 3º Caso

**3º Caso: Marcas Diferentes**

	<b>Equipamento A</b>	<b>Equipamento B</b>	<b>Equipamento C</b>	<b>Equipamento D</b>
<b>ID</b>	1300139	1300041	1403556	1302003
<b>Marca</b>	Y	Z	Q	X
<b>Modelo</b>	YY	ZZ	QQ	XX
<b>Estado</b>	Abatido	Abatido	Abatido	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	1	1	1	1
<b>Ano de Instalação</b>	2000	2000	2000	1995
<b>Anos de uso</b>	14	15	14	26
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	1	2	1	1
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	149640	134088	123576	155040
<b>MTBF</b>	149640	134088	123576	155040
<b>MTTR</b>	1	2	1	1
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9993%	99,9985%	99,9992%	99,9994%

Todos os equipamentos estão abatidos e tiveram uma intervenção corretiva.

Como é possível observar, os valores de MTTR são diferentes apenas no equipamento B. Este equipamento apresenta um tempo de reparação maior.

#### 4 – Ventiladores

O primeiro caso compara quatro equipamentos com marca e modelo igual (Tabela 14).

Tabela 14: Ventiladores - 1º Caso

##### 1º Caso: Marca e Modelo Igual

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1300824	1300650	1300653	1300655
<b>Marca</b>	X	X	X	X
<b>Modelo</b>	XX	XX	XX	XX
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	9	25	9	21
<b>Ano de Instalação</b>	2009	2009	2009	2009
<b>Anos de uso</b>	13	13	13	13
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	16	46	16	39,5
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	83136	71497,5	83232	65280
<b>MTBF</b>	9237,333333	2859,9	9248	3108,571429
<b>MTTR</b>	1,777777778	1,84	1,777777778	1,880952381
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9808%	99,9357%	99,9808%	99,9395%

Os equipamentos encontram-se no estado de ativos e foram instalados no mesmo ano.

Os equipamentos B e o D foram os que tiveram mais intervenções corretivas, logo é de esperar que o valor de MTTR é superior.

Os equipamentos A e C tiveram o menor número de intervenções corretivas, pois apresentam o menor valor de MTTR.

O segundo caso compara quatro equipamentos com marca igual e modelo diferente (Tabela 15).

Tabela 15: Ventiladores - 2º Caso

**2º Caso: Marca igual e Modelo Diferente**

	Equipamento A	Equipamento B	Equipamento C	Equipamento D
<b>ID</b>	1303234	1302054	1301943	1302245
<b>Marca</b>	Y	Y	Y	Y
<b>Modelo</b>	YX	YY	YZ	YQ
<b>Estado</b>	Abatido	Abatido	Abatido	Abatido
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	1	S/ dados	1	S/ dados
<b>Ano de Instalação</b>	1995	1995	1995	1995
<b>Anos de uso</b>	21	20	20	21
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	1	S/ dados	1	S/ dados
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	159288	S/ dados	155640	S/ dados
<b>MTBF</b>	159288	S/ dados	155640	S/ dados
<b>MTTR</b>	1	S/ dados	1	S/ dados
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9994%	S/ dados	99,9994%	S/ dados

Todos os equipamentos foram abatidos passado 20/21 anos de uso.

Comparando o equipamento A com o C, ambos apresentam o mesmo número de intervenções corretivas, o mesmo tempo de reparação e o mesmo MTTR. Mas diferentes MTBF, pois o tempo de funcionamento sem avarias é diferente.

O último caso compara quatro equipamentos de marcas diferentes (Tabela 16).

Tabela 16: Ventiladores - 3º Caso

**3º Caso: Marcas Diferentes**

	<b>Equipamento A</b>	<b>Equipamento B</b>	<b>Equipamento C</b>	<b>Equipamento D</b>
<b>ID</b>	1301945	1503740	2005265	1403581
<b>Marca</b>	Z	Q	S	R
<b>Modelo</b>	ZZ	QQ	SS	RR
<b>Estado</b>	Ativo	Ativo	Ativo	Ativo
<b>Nº Intervenções Corretivas</b>	1	S/ dados	S/ dados	2
<b>Ano de Instalação</b>	2008	2014	2020	2014
<b>Anos de uso</b>	14	8	2	8
<b>Tempo de reparação total (Horas)</b>	1,5	S/ dados	S/ dados	2
<b>Tempo funcionamento do equip. sem avarias total (Horas)</b>	111912	S/ dados	S/ dados	58248
<b>MTBF</b>	111912	S/ dados	S/ dados	29124
<b>MTTR</b>	1,5	S/ dados	S/ dados	1
<b>DISPONIBILIDADE</b>	99,9987%	S/ dados	S/ dados	99,9966%

Todos os equipamentos estão no estado de ativo.

O equipamento A teve metade do tempo de reparação e metade do número de intervenções corretivas comparativamente ao equipamento D. Porém o equipamento D apresenta um MTBF e um MTTR mais baixo.