



# ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS DE MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS NO SERVIÇO DE ELECTROMEDICINA

**CAROLINA COSTA ARAÚJO**  
Novembro de 2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Física  
Engenharia de Computação e Instrumentação Médica

**ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS DE  
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS  
NO SERVIÇO DE ELECTROMEDICINA**

Carolina Costa Araújo

Porto, Portugal

2020

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Física

Engenharia de Computação e Instrumentação Médica

**ANÁLISE E SIMULAÇÃO DE PROCESSOS DE  
MANUTENÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÉDICOS NO  
SERVIÇO DE ELECTROMEDICINA**

Carolina Costa Araújo

“Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para  
a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Computação e  
Instrumentação Médica”

Orientador: Luís Pinto Coelho

Coorientador: Ana Santana

Porto, Portugal

2020



# Dedicatória

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar (1829-1877)

# Agradecimentos

Nos seguintes parágrafos quero demonstrar o meu apreço por todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para que alcançasse os objetivos que permitiram concluir mais esta etapa académica. Os mais sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha mãe pelo apoio incondicional que me dá, pelos sábios conselhos e pela força que me transmite para concretizar os meus objetivos;

À minha família por todo o orgulho demonstrado;

Ao Engenheiro Luís Pinto Coelho, orientador no ISEP, pela ajuda e aconselhamento durante esta etapa, principalmente nas circunstâncias vividas;

Ao Engenheiro Carlos Ramos, diretor do Mestrado em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica, pela dedicação e empenho;

À Engenheira Ana Santana e à Engenheira Silvana Coutinho, pelo acompanhamento neste estudo e por todas as ajudas que foram fundamentais para a conclusão desta etapa;

A todos os meus colegas de curso que me acompanharam nesta jornada da vida;

E aos meus amigos por serem os melhores que poderia ter encontrado;

Estou eternamente grata.

## **Resumo**

A dissertação abaixo apresentada, tem por objetivo a descrição detalhada do trabalho desenvolvido durante a unidade curricular de Dissertação/ Projeto do 2º ano do Mestrado em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Foi realizado um estudo em parceria com o Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE) do Hospital Pedro Hispano (HPH) que pertence à Unidade Local de Saúde de Matosinhos (ULSM), com o principal objetivo de mapear os processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos. Este estudo conteve um período de observação e recolha de dados nas instalações do SIE durante um período de três meses e durante os quais existiu uma colaboração com os responsáveis pela Electromedicina.

Neste trabalho são descritos os principais conceitos associados à manutenção de equipamentos médicos e gestão de equipamentos médicos, assim como ao mapeamento de processos. De seguida, são apresentados os fluxogramas existentes na ULSM e o resultado do mapeamento recorrendo ao Software Arena. E por fim, é realizado o estudo e análise dos dados recolhidos durante o período de observação.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Equipamentos Médicos, Electromedicina, Manutenção, Mapeamento, Processos, Gestão.

## **Abstract**

The dissertation presented below, aims to provide a detailed description of the work developed during the 2nd year Dissertação/Projeto course of the Master in Engenharia de Computação e Instrumentação Médica at the Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

A study was carried out in partnership with the Serviço de Instalações e Equipamentos (SIE) of Hospital Pedro Hispano (HPH), which belongs to the Unidade Local de Saúde de Matosinhos (ULSM), with the main objective of mapping the processes involved in the maintenance of medical equipment. This study contained a period of observation and data collection at the SIE facilities of three months and during which there was a collaboration with those responsible for Electromedicine.

This work describes the main concepts associated with the maintenance of medical equipment and management of medical equipment, as well as the mapping of processes. Then, the existing flowcharts at ULSM and the result of the mapping using the Software Arena are presented. Finally, the study and analysis of the data collected during the observation period is carried out.

### **KEYWORDS:**

Medical Equipment, Electromedicine, Maintenance, Mapping, Processes, Management.

# Índice

<b>Dedicatória</b> .....	iii
<b>Agradecimentos</b> .....	iv
<b>Resumo</b> .....	v
<b>Abstract</b> .....	vi
<b>Índice</b> .....	vii
<b>Lista de Figuras</b> .....	x
<b>Lista de Abreviaturas</b> .....	xv
<b>Capítulo I – Contextualização</b> .....	17
<b>Motivação</b> .....	17
<b>Objetivos</b> .....	17
<b>Organização da Dissertação</b> .....	18
<b>Unidade Local de Saúde de Matosinhos</b> .....	19
<b>Hospital Pedro Hispano</b> .....	21
<b>Serviço de Instalações e Equipamentos</b> .....	23
<b>Capítulo II – Introdução: Revisão da Literatura</b> .....	25
<b>Conceitos</b> .....	25
Equipamentos Médicos .....	25
Manutenção de Equipamentos Médicos .....	25
Tipos de Manutenção .....	26
<b>Gestão de Equipamentos Médicos</b> .....	30
<b>Gestão de Processos</b> .....	32
Mapeamento de Processos .....	33
<b>Capítulo III – Introdução: Descrição de Conceitos</b> .....	36
<b>Funcionamento/ Etapas dos Processos de Manutenção</b> .....	36
<b>Fluxogramas do Processo de Manutenção de Equipamentos Médicos</b> .....	37

<b>Capítulo IV – Métodos</b> .....	44
<b>Recolha de Dados</b> .....	44
<b>Simulação e Mapeamento com o Software Arena</b> .....	47
Cenário 1 – Contexto Atual.....	50
Cenário 2 – Aumento do número de Engenheiros do SIE .....	54
Cenário 3 – Aumento do número de colaboradores da secretaria do SIE.....	56
Cenário 4 – Aumento do número de Engenheiros do SIE e dos colaboradores da secretaria do SIE.....	58
Cenário 5 – Aumento do número de colaboradores da empresa externa.....	60
Cenário 6 – Diminuição dos tempos das etapas “Gerar GRP” e “Aceitação do Orçamento” .....	62
Conclusões .....	63
<b>Capítulo V – Resultados e Discussão</b> .....	65
<b>Análise por Equipamento</b> .....	65
<i>Bombas Perfusoras</i> .....	66
<i>Monitores de Sinais Vitais</i> .....	68
<i>Aparelhos de Fototerapia</i> .....	70
<i>Ventiladores</i> .....	72
<i>Esfigmomanómetros</i> .....	73
<i>Desfibrilhadores</i> .....	75
<b>Análise por Serviço</b> .....	77
<i>Bombas Perfusoras vs Serviço</i> .....	78
<i>Monitores de Sinais Vitais vs Serviço</i> .....	79
<i>Aparelhos de Fototerapia vs Serviço</i> .....	80
<i>Ventiladores vs Serviço</i> .....	81
<i>Esfigmomanómetros vs Serviço</i> .....	82
<i>Desfibrilhadores vs Serviço</i> .....	83
<b>Análise por Empresa</b> .....	83

<i>IBERDATA</i> .....	84
<i>B Braun</i> .....	86
<i>SUCH – Serviço de Utilização Comum dos Hospitais</i> .....	88
<i>Carewill</i> .....	90
<b>Análise dos Custos Associados a Manutenções de Equipamentos Médicos</b> .....	92
<i>Equipamentos Médicos</i> .....	92
<i>Serviços Hospitalares</i> .....	93
<i>Empresas Externas</i> .....	94
<b>Análise dos Tempos dos Processos envolvidos na Manutenção</b> .....	97
<b>Capítulo VI – Conclusões</b> .....	99
<b>Sugestões de Melhoria</b> .....	101
<b>Dificuldades Sentidas</b> .....	102
<b>Propostas de Trabalhos Futuros</b> .....	102
<b>Bibliografia</b> .....	104
<b>Anexos</b> .....	109
<b>Anexo 1 – Relatório do Arena relativo à Simulação do Processo de Manutenção de Equipamentos Médicos</b> .....	109

## Lista de Figuras

Figura 1- Logótipo da Unidade Local de Saúde de Matosinhos, E.P.E., retirado de [3]. .....	19
Figura 2- Localização geográfica das Unidades de Saúde da ULSM, retirado de [8]. ..	21
Figura 3- Tipos de Manutenção de Equipamentos Médicos, retirado de [8]. .....	26
Figura 4- Gráfico ilustrativo da análise custos-nível de manutenção [14]......	29
Figura 5 – Logotipo Software Arena, retirado de [35]......	34
Figura 6- Fluxograma de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos (parte 1), adaptado de [38]......	38
Figura 7- Fluxograma de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos (parte 2), adaptado de [38]......	39
Figura 8- Fluxograma do Procedimento de Materiais Consumidos pelo SIE, retirado de [38]. .....	40
Figura 9- Fluxograma de Gestão de Manutenção Preventiva, adaptado de [39]......	41
Figura 10- Fluxograma de Contratualização de Serviços Externos de Manutenção, retirado de [40]. .....	43
Figura 11 – Representação inicial do fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos.....	48
Figura 12 – Continuação do fluxograma representado na Figura anterior. ....	49
Figura 13 – Continuação do fluxograma da Figura 11 e 12. ....	49
Figura 14 – Continuação e Parte final do fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos representado nas Figuras 11, 12 e 13. ....	50
Figura 15 - Representação das etapas envolvidas num processo de manutenção de equipamentos médicos.....	51
Figura 16 – Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.....	52
Figura 17 – Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois engenheiros do SIE. ....	54
Figura 18 – Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.....	55
Figura 19 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois colaboradores da secretaria do SIE.....	56

Figura 20 - Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.....	57
Figura 21 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois Engenheiros e dois colaboradores da secretaria do SIE. ....	59
Figura 22 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois Engenheiros, dois colaboradores da secretaria do SIE e dois colaboradores da Empresa Externa.....	60
Figura 23 - Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.....	61
Figura 24 – Comparação dos parâmetros analisáveis pelo Software Arena dos cenários testados. ....	64
Figura 25 – Número de Pedidos de Manutenção de acordo com o Equipamento Médico. ....	65
Figura 26- Bomba Perfusora B BRAUN Infusomat fmS, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.....	66
Figura 27 – Número total de Pedidos de Manutenção Interna (sem GRP) e Externa (GRP) das Bombas Perfusoras.....	67
Figura 28- Motivos de pedidos de manutenção a Bombas Perfusoras.....	67
Figura 29 - Monitor de Sinais Vitais PHILIPS SureSigns VM6, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.....	68
Figura 30 - Número total de Pedidos de Manutenção Interna (sem GRP) e Externa (GRP) dos Monitores de Sinais Vitais.....	69
Figura 31 - Motivos de pedido de manutenção a Monitores de Sinais Vitais.....	70
Figura 32- Aparelho de Fototerapia e Aparelho de Fototerapia Bilibed, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.....	71
Figura 33- Motivos de pedido de manutenção a Aparelhos de Fototerapia.....	71
Figura 34- Ventilador de BO Aisys Carestation Datex-Ohmeda, presente no Serviço de Cirurgia do HPH.....	72
Figura 35- Motivos de pedido de manutenção a Ventiladores.....	73
Figura 36 - Esfigmomanómetro Digital OMRON M6 Confort, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.....	74
Figura 37 - Motivos de pedido de manutenção a Esfigmomanómetros.....	74
Figura 38 – Desfibrilhador Manual PHILIPS HeartStart XL - M4735A, retirado de [45]. ....	75

Figura 39 – Desfibrilhador Automático Externo PARAMEDIC, retirado de [47].	76
Figura 40 - Motivos de pedido de manutenção a Desfibrilhadores.	76
Figura 41- Número de Pedidos de Manutenção de EM de acordo com os Serviços da ULSM.	77
Figura 42 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Bombas Perfusoras por Serviço do HPH.	78
Figura 43 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Monitores de Sinais Vitais por Serviço do HPH.	79
Figura 44 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Aparelhos de Fototerapia por Serviço do HPH.	80
Figura 45 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Ventiladores por Serviço do HPH.	81
Figura 46 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Esfigmomanómetros por Serviço do HPH.	82
Figura 47 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Desfibrilhadores por Serviço do HPH.	83
Figura 48- Número de Guias de Reparação em função das Empresas.	84
Figura 49 – Número de pedidos de manutenção de EM associados à IBERDATA.	85
Figura 50 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à IBERDATA.	86
Figura 51 - Número de pedidos de manutenção de EM associados à B Braun.	87
Figura 52 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à B Braun.	88
Figura 53 - Número de pedidos de manutenção de Equipamentos Médicos associados ao SUCH.	89
Figura 54 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados ao SUCH.	89
Figura 55 - Número de pedidos de manutenção por EM associados à Carewill.	91
Figura 56 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à Carewill.	91
Figura 57 – Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo o equipamento em si.	93
Figura 58 - Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo o serviço hospitalar.	94

Figura 59 - Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo as  
empresas externas. .... 95

## Lista de Tabelas

Tabela 1- Organização das Unidades Funcionais por Unidade de Saúde, adaptado de [7]. .....	20
Tabela 2- Localização dos diferentes serviços do HPH nos diferentes pisos.....	22
Tabela 3 - Vantagens e Desvantagens das Manutenções Preventiva e Corretiva, adaptado de [8, 13, 14, 15]......	28
Tabela 4 - Dados dos processos de pedidos de manutenção de equipamentos médicos	45
Tabela 5 - Continuação da Tabela 4 .....	45
Tabela 6 –Blocos Utilizados na representação do fluxograma no Software Arena .....	48
Tabela 7- Relação entre o Serviço e o Valor adquirido pela empresa B Braun .....	96
Tabela 8 – Relação entre Equipamento e o Custo e o Serviço e o Valor adquirido pela empresa IBERDATA.....	96
Tabela 9 – Relação entre Equipamento e Custo e Serviço e Valor adquirido pela empresa SUCH .....	96
Tabela 10 – Relação entre Equipamento e Custo e Serviço e Valor adquirido pela empresa Carewill .....	97

## Lista de Abreviaturas

ACES	Agrupamento de Centros de Saúde
CDP	Centro de Diagnóstico Pneumológico
ECG	Eletrocardiograma
EM	Equipamentos Médicos
GRP	Guia de Reparação
HPH	Hospital Pedro Hispano
INFARMED	Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
MSV	Monitor de Sinais Vitais
NE	Nota de Encomenda
NIBP	Pressão não Invasiva ( <i>noninvasive pressure</i> )
OME	Ordem de Manutenção Externa
OMI	Ordem de Manutenção Interna
SASU	Serviço de Atendimento de Situações Urgentes
SIE	Serviço de Instalações e Equipamentos
SMI	Serviço de Medicina Intensiva
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SpO <sub>2</sub>	Saturação de Oxigénio
SUCH	Serviço de Utilização Comum dos Hospitais
UAG	Unidade de Apoio à Gestão
UCA	Unidade de Cirurgia de Ambulatório
UCC	Unidade de Cuidados da Comunidade
UCIP	Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente
UCSP	Unidade de Cuidados de Saúde Personalizados
ULSM	Unidade Local de Saúde de Matosinhos
USF	Unidade de Saúde Familiar
USP	Unidade de Saúde Pública



## **Capítulo I – Contextualização**

Este capítulo inicial engloba a motivação que levou à escolha do tema deste trabalho e apresenta o enquadramento e os objetivos que foram propostos para a realização do mesmo. É também feita uma breve descrição do local onde foi realizado o estudo e, por fim, apresenta a estrutura e organização deste relatório.

### **Motivação**

O projeto de dissertação realizado no último ano do Mestrado em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), cujo trabalho é detalhadamente descrito neste relatório, realizou-se em parceria com a Unidade Local de Saúde de Matosinhos (ULSM), mais concretamente com o Serviço de Electromedicina. O tema proposto baseou-se na avaliação dos Processos do Serviço de Electromedicina da ULSM, nomeadamente os processos ligados à Manutenção de Equipamentos Médicos.

Com a junção de áreas de Gestão de Equipamentos Médicos e Manutenção Hospitalar foi possível conciliar as duas áreas profissionais interessantes, a gestão e a engenharia. No decorrer deste estudo, também foi possível ter noção de quais são as dificuldades na garantia do bom funcionamento da instituição da ULSM e da prestação de cuidados de saúde.

### **Objetivos**

O trabalho realizado durante este estudo teve como principal objetivo o mapeamento dos processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos, de modo a avaliar e futuramente facilitar a gestão dos equipamentos da ULSM.

Alguns objetivos adicionais foram propostos no decorrer do estudo realizado, entre os quais:

- O1. Contabilização da duração de cada passo do processo de manutenção e outros tempos associados;

- O2. Construção de um modelo de simulação dos processos recorrendo ao software Arena, abrangendo o mapeamento e a parametrização;
- O3. Utilizando dados de simulação e dados reais, analisar criticamente os processos e identificar possíveis pontos de melhoria;
- O4. Análise e avaliação das avarias de equipamentos médicos em função dos serviços hospitalares.

## **Organização da Dissertação**

Neste trabalho são retratadas as várias fases do trabalho realizado durante o projeto de dissertação. De forma a alcançar os objetivos propostos e sistematizar as várias etapas do estudo, organiza-se da seguinte forma:

No capítulo I. Contextualização - são apresentados, a motivação para a realização deste estudo; o seu enquadramento e os objetivos; a descrição da ULSM e dos seus serviços.

No capítulo II. Introdução: Revisão da Literatura – é feita uma introdução à teoria das manutenções e são definidos os conceitos de manutenção, nomeadamente, preventiva, corretiva e preditiva; para concluir o capítulo é feita uma breve abordagem sobre a gestão de equipamentos médicos e a gestão de processos.

No terceiro capítulo, III. Introdução: Descrição de Conceitos – são explicitados o funcionamento e as etapas pertencentes a um processo de manutenção de equipamentos médicos.

O capítulo IV. Métodos – descreve os métodos aplicados na recolha de dados e explicam-se os passos adotados durante a realização da dissertação; são também apresentadas algumas figuras obtidas através do software Arena que auxiliou no mapeamento dos processos.

No capítulo V. Análise e Discussão dos Resultados – faz-se a análise dos resultados obtidos através deste estudo. Para tal, apresentam-se cinco subcapítulos: Análise por Equipamento, Análise por Serviço, Análise por Empresa, Análise dos Custos e Análise dos Tempos dos Processos.

Por último, no capítulo VI. Conclusões – apresenta-se a conclusão da dissertação, onde são descritas as dificuldades sentidas, as melhorias a implementar e alguns projetos de trabalho futuro.

## **Unidade Local de Saúde de Matosinhos**

O Concelho de Matosinhos, pertencente ao Distrito do Porto, e é constituído pelas junções de freguesias de Matosinhos e Leça da Palmeira; Custóias, Leça do Balio e Guifões; Perafita, Lavra e Santa Cruz do Bispo; e São Mamede de Infesta e Senhora da Hora. Este Concelho tem uma área total de 62,42 km<sup>2</sup> [1].

Para melhorar a prestação de cuidados de saúde deste concelho, foi criada a primeira Unidade Local de Saúde de Portugal em Matosinhos (*Figura 1*) em junho de 1999. Esta unidade é considerada um estabelecimento público com personalidade jurídica, autonomia administrativa, financeira e patrimonial e natureza empresarial [2].



*Figura 1- Logótipo da Unidade Local de Saúde de Matosinhos, E.P.E., retirado de [3].*

A ULSM tem por objetivo principal a prestação de cuidados de saúde aos utentes do Serviço Nacional de Saúde (SNS), às entidades externas e aos cidadãos estrangeiros. Tem também como objetivos assegurar as atividades de serviços de saúde pública na área geográfica por ela abrangida e desenvolver atividades de investigação, formação e ensino [4].

A Unidade Local de Saúde de Matosinhos desenvolve a sua atividade assistencial nas áreas de Cuidados de Saúde Primários, Cuidados Hospitalares e Cuidados Continuados [5].

Relativamente aos Cuidados de Saúde Primários, as unidades funcionais que estão integradas nesta área são: o Centro de Saúde de Leça da Palmeira, o Centro de Saúde de Matosinhos, o Centro de Saúde da Senhora da Hora, o Centro de Saúde de São Mamede de Infesta, o Centro de Diagnóstico Pneumológico (CDP) de Matosinhos, o Serviço de Atendimento a Situações Urgentes (SASU), a Unidade de Saúde Pública (USP) e a Unidade de Apoio à Gestão (UAG). Os Centros de Saúde englobam as Unidades de Saúde Familiar (USF), as Unidades de Cuidados de Saúde Personalizados (UCSP) e as Unidades de Cuidados na Comunidade (UCC) [6].

Nos Cuidados Hospitalares estão integrados o Hospital Pedro Hispano (HPH) e o Centro de Ambulatório [6].

O Hospital Pedro Hispano faz parte integrante da ULSM e exerce a sua atividade principal na prestação de cuidados hospitalares. Esta prestação de cuidados pode realizar-se em regime de ambulatório ou internamento, sendo que o regime de ambulatório deve ser privilegiado em todas as situações [6].

Esta unidade reuniu pela primeira vez o Agrupamento de Centros de Saúde (ACES) e o Hospital Pedro Hispano.

Na *Tabela 1* encontram-se representados as Unidades Funcionais de cada Unidade de Saúde.

*Tabela 1- Organização das Unidades Funcionais por Unidade de Saúde, adaptado de [7].*

Unidade de Saúde	Unidade Funcional
<b>Leça da Palmeira</b>	UCC de Leça da Palmeira USF Leça USF Maresia
<b>Lavra</b>	USF Dunas
<b>Perafita</b>	USF Progresso
<b>Santa Cruz do Bispo</b>	UCSP de St <sup>a</sup> Cruz
<b>Matosinhos</b>	CDP SASU UCC Matosinhos UCSP Matosinhos USF Horizonte USF Oceanos USP
<b>Porto de Leixões</b>	USP Consulta do Viajante USP Sanidade de Fronteiras
<b>São Mamede de Infesta</b>	UCC de S. Mamede de Infesta

	UCSP S. Mamede USF Infesta
<b>Leça do Balio</b>	USF Porta do Sol
<b>Senhora da Hora</b>	UCC da Sr. <sup>a</sup> da Hora USF Lagoa USF Custóias USF Caravela UCC Sr. <sup>a</sup> da Hora

Na *Figura 2* é possível observar a localização geográfica das Unidades de Saúde pertencentes à ULSM.



*Figura 2- Localização geográfica das Unidades de Saúde da ULSM, retirado de [8].*

## Hospital Pedro Hispano

O Hospital Pedro Hispano faz parte integrante da ULSM, tal como referido anteriormente, e exerce a sua atividade principal na prestação de cuidados hospitalares. Esta prestação de cuidados pode realizar-se em regime de ambulatório ou internamento, sendo que o regime de ambulatório deve ser privilegiado em todas as situações. A organização dos serviços estrutura-se por diversos departamentos [6].

Todos estes Departamentos e Serviços têm a sua localização em diferentes pisos do Hospital. Na *Tabela 2* apresentam-se enumerados os serviços existentes e as suas localizações:

Tabela 2- Localização dos diferentes serviços do HPH nos diferentes pisos

Piso	Serviço
-2	Arquivo Oficina SIE Lavagem de carros/contentores Depósito de Resíduos Central de Cogeração Central de Limpeza
-1	Consulta de Pediatria Farmácia Auditório Serviço de Medicina Intensiva Consulta de Psicologia Serviço de Emergência Medicina Física e de Reabilitação Medicina Hiperbárica Casa Mortuária Aprovisionamento Serviço de Instalações e Equipamentos Comissões Hospitalares
0	Gabinete do Utente Núcleo de Qualidade Serviço de Nutrição Consulta Externa Exames Especiais Administração Capela Voluntariado Cirurgia Ambulatória Hospital de Dia Anatomia Patológica Hemoterapia Laboratório de Análises Clínicas Anestesia/ INEM
1	Imagiologia Ecografia Obstétrica Medicina A- Pediatria Medicina B- Cirurgia Medicina C- Cirurgia Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente Bloco Operatório Recobro
2	Medicina D Medicina E Medicina F Gabinetes Médicos Biblioteca
3	Bloco de Partos Grávidas de Risco Urgência de Ginecologia e Obstetrícia Neonatologia

	Nascer Cidadão Medicina G Medicina H- Ortopedia Medicina I- Ginecologia Medicina J- Neurologia
4	Medicina L- Urologia Medicina M Medicina N- Otorrinolaringologia/ Oftalmologia Ala O

## Serviço de Instalações e Equipamentos

O Serviço de Instalações e Equipamentos, SIE, está englobado nos Órgãos de Gestão e Logística do Hospital Pedro Hispano. Este é composto pela Direção, o Secretariado, as Oficinas de Electromedicina, de Eletricidade e de Gases Medicinais, assim como um Armazém com Oficina Geral de Serralharia, Carpintaria, Pichelaria e Construção Civil [9].

O SIE está localizado, no hospital, em três pisos diferentes. No piso 0 estão inseridos os Gabinetes Técnicos e de Direção do Serviço. No piso -1 encontra-se o Secretariado, bem como as Oficinas de Electromedicina, Eletricidade e Gases Medicinais. No piso -2 estão inseridas as Oficinas Gerais de Serralharia, Carpintaria, Pichelaria e Construção Civil.

O Serviço de Instalações e Equipamentos é responsável pela:

1. Operação, manutenção preventiva e curativa de todas as instalações técnicas, entre elas as elétricas, mecânicas, eletromecânicas, telecomunicações;
2. Promoção da redução dos riscos de instalações e equipamentos, em articulação com a gestão de risco geral;
3. Gestão técnica das telecomunicações, eletricidade, água, fluídos, gases medicinais e demais instalações técnicas especiais;
4. Emissão de pareceres técnicos sempre que solicitados;
5. Acompanhamento da evolução tecnológica e da sua implementação na organização sempre que existam vantagens de natureza ambiental ou de eficácia;
6. Zelo pela otimização dos recursos existentes e angariar soluções técnicas que garantam o melhor custo-benefício;

7. Promoção de uma política de sustentabilidade ambiental;
8. Gestão do imobilizado, inventariando-o em coordenação com o Serviço de Gestão Financeira;
9. Planeamento da construção de novas instalações ou atualizações às existentes e coordenar as fases de planeamento, projeto, obra e equipamento;
10. Realização da manutenção geral das instalações exteriores e interiores;
11. Gestão do equipamento médico e administrativo, zelando pela garantia de segurança e funcionalidade [9].

Este serviço funciona todos os dias do ano, durante as 24 horas do dia, de modo a auxiliar qualquer irregularidade que perturbe o normal funcionamento da ULSM. Conta também com o apoio de várias empresas externas e dos seus técnicos especializados durante os dias úteis.

## Capítulo II – Introdução: Revisão da Literatura

Neste segundo capítulo será inicialmente apresentado um conjunto de conceitos teóricos de suporte e seguidamente será feita uma revisão da literatura relacionada com os equipamentos médicos e a manutenção dos mesmos e alguns conceitos de gestão. Começa-se por realizar uma introdução teórica sobre equipamentos médicos e a sua manutenção, referindo os seus diferentes tipos (preventiva, corretiva e preditiva). De seguida é efetuada uma breve abordagem sobre a gestão de equipamentos médicos e a gestão de processos, aprofundando os conceitos utilizados no mapeamento de processos.

### Conceitos

#### Equipamentos Médicos

Um equipamento médico é designado pelo Instituto Nacional da Farmácia e do Medicamento, INFARMED, como um “qualquer instrumento, aparelho, equipamento, software, material ou artigo utilizado isoladamente ou combinado (...) para fins de diagnóstico e terapêutico e que seja necessário para o bom funcionamento do dispositivo médico.”. Note-se que, não se pode confundir dispositivo médico com um medicamento, uma vez que os últimos recorrem a meios farmacológicos, metabólicos ou imunológicos [10].

Os equipamentos médicos utilizados no meio hospitalar sofrem um conjunto de ações que provoca deterioração nos mesmos. Esta é prevenida ou remediada por intermédio da manutenção.

#### Manutenção de Equipamentos Médicos

Manutenção consiste, segundo o Instituto Português da Qualidade (IPQ), nas “atividades preventivas ou corretivas, necessárias para o correto funcionamento dos instrumentos e de todos os seus acessórios” [11].

A manutenção de equipamentos médicos surge com elevada importância nas instituições hospitalares. Esta assenta em três fatores determinantes a nível económico, legal e social [12].

O primeiro fator pretende alcançar o máximo rendimento dos investimentos que foram feitos nos equipamentos da instalação, o que permite aumentar o seu período de vida útil e garantir a sua operabilidade durante o máximo de tempo possível. O fator legal protege os utentes e profissionais de saúde de riscos de acidente associados ao uso dos equipamentos médicos. Para tal foram elaboradas várias normas a nível europeu e nacional que apresentam as boas práticas para a manutenção de equipamentos médicos. E por fim, o fator social imprime uma imagem de adoção de medidas adequadas de manutenção por parte da instituição hospitalar [12].

Existem outros grandes pontos que explicam a importância da manutenção de equipamentos médicos, sendo eles: a melhoria da qualidade de vida, o custo de reparação em comparação com o custo de aquisição de um equipamento e o ganho de altos níveis de desempenho por parte dos aparelhos.

### Tipos de Manutenção

A manutenção de equipamentos pode dividir-se em três tipos diferentes, dependendo do seu propósito, podendo ser Preventiva, Corretiva ou Preditiva.

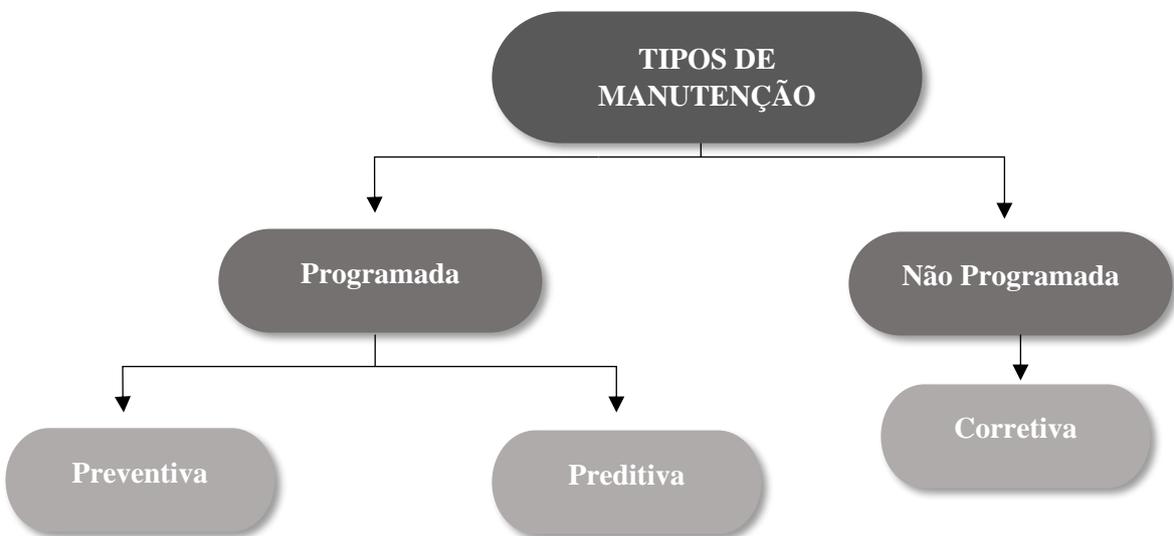


Figura 3- Tipos de Manutenção de Equipamentos Médicos, retirado de [8].

### Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é definida como um conjunto de medidas que são realizadas de forma periódica, ou em intervalos pré-estabelecidos, que têm por objetivo diminuir a probabilidade de ocorrência de uma falha ou degradação de um componente do equipamento, como a quebra [13].

Este tipo de manutenção permite aumentar o tempo de vida útil e a fiabilidade dos equipamentos, e com isto as instituições de saúde conseguem reduzir os custos associados às avarias dos aparelhos. Permite também diminuir o período de inatividade do aparelho e aumentar a sua produtividade [14].

A manutenção preventiva pode ainda ser subdivida em dois grandes grupos:

- Sistémica: realizada em intervalos de tempo constantes ou pré-estabelecidos [15];
- Condicionada: manutenção que se baseia no funcionamento do equipamento e dos parâmetros do mesmo [15].

### Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é realizada aquando de uma avaria ou falha do equipamento e surge com extrema importância e urgência visto que vai dar resposta a falhas não programadas [15]. Estas anomalias podem ocorrer durante procedimentos médicos que podem originar graves problemas com os pacientes e com os profissionais de saúde.

A manutenção corretiva pode ainda ser subdivida em dois grandes grupos:

- Diferida: não é realizada imediatamente após a deteção da falha [15];
- De Urgência: manutenção realizada aquando da deteção da avaria do equipamento, de modo a evitar problemas inaceitáveis [15].

### Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva é por muitos considerada um subgrupo da manutenção preventiva, no entanto tem ganho cada vez mais posição no mercado atual. Este tipo de

manutenção ainda não é muito utilizada no ramo dos equipamentos médicos embora na produção industrial seja cada vez maior o recurso à manutenção preditiva. Isto porque, a manutenção preditiva auxilia os técnicos responsáveis a estimar o tempo de vida útil dos equipamentos e das máquinas e com isto melhora a sua produtividade e prolonga a vida útil do equipamento [8].

Neste tipo de manutenção, existem previsões do estado dos equipamentos através da análise e avaliação de dados importantes da degradação do equipamento, como a análise do histórico de falhas através de técnicas de inspeção de vibração, ultrassom e inspeções visuais [15].

Com a manutenção preditiva, os equipamentos podem ser utilizados durante quase todo o seu período de vida reduzindo as falhas e avarias graves e permite diminuir o número de manutenções preventivas e, conseqüentemente, corretivas que o equipamento é sujeito [14].

### Vantagens e Desvantagens, Custos de Manutenção

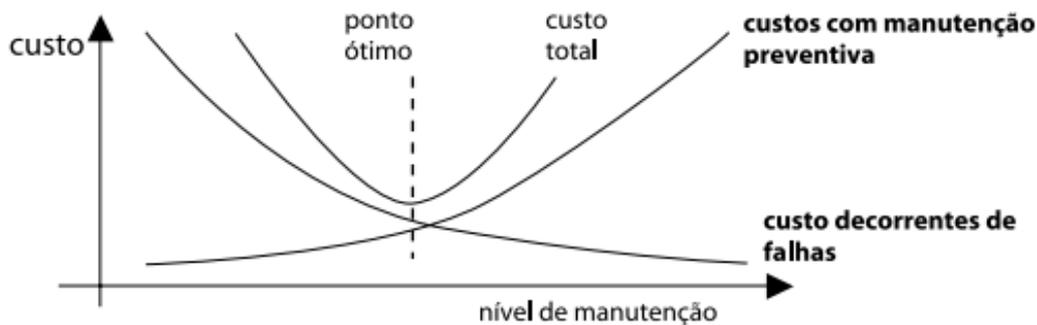
No entanto estes tipos de manutenção apresentam vantagens e desvantagens, tais como as apresentadas na *Tabela 3*.

*Tabela 3 - Vantagens e Desvantagens das Manutenções Preventiva e Corretiva, adaptado de [8, 13, 14, 15].*

Tipo de Manutenção	Vantagens	Desvantagens
<b>Preventiva</b>	Redução do número de falhas; Diminuição dos custos de reparação; Maior rendimento, durabilidade e segurança do equipamento; Aumenta a fiabilidade e a taxa de utilização do equipamento; Prolonga a vida útil do equipamento.	Substituição dos componentes antes do final de vida; Aumento do número de inspeções.
<b>Corretiva</b>	Não precisa de inspeções periódicas; Substituição de peças apenas no final da sua vida útil.	Diminui a confiabilidade do equipamento; Diminuição da vida útil; Aumento do risco de incidentes; É não programada; Provoca paragens nos equipamentos.
<b>Preditiva</b>	Aumenta o rendimento do equipamento; Aumenta a sua precisão e garantia; Diminui os custos associados e os riscos.	

Os custos associados às manutenções de equipamentos médicos são relacionados com a mão-de-obra, as ferramentas, o material necessário e a contratação de empresas externas à entidade. No entanto, se não existirem as manutenções, estes custos podem aumentar devido à indisponibilidade e falta de produtividade do equipamento [14].

Quando se compara a relação de custo-benefício de manutenções conclui-se que é melhor quando a manutenção do equipamento é do tipo preventiva comparativamente quando há a falha do equipamento, tal como se pode observar na *Figura 4* [14].



*Figura 4- Gráfico ilustrativo da análise custos-nível de manutenção [14].*

Observando a *Figura 4* constata-se que ao aumentar o investimento nas manutenções preventivas o valor que advetem de falhas do equipamento (onde se inserem, também, os custos com a manutenção preventiva) irá diminuir. No entanto, ultrapassando um certo ponto do gráfico (*ponto ótimo*) os benefícios com o aumento dos investimentos não serão significativos para diminuir o valor dos custos de falha, e com isto existe um aumento do custo total [14].

Para terminar este subtópico conclui-se que a Manutenção Preditiva é a que deve ser preferencialmente seguida visto que aumenta o rendimento do equipamento, aumenta a sua precisão e garantia e diminui os custos de falha e indisponibilidade do equipamento. No entanto, como não existem muitos estudos da aplicação da manutenção preditiva em equipamentos médicos não são conhecidas as desvantagens deste tipo de manutenção, apenas se conhece as vantagens com maior impacto.

## Gestão de Equipamentos Médicos

A Gestão engloba todas as atividades de uma organização (empresa), de modo a conseguir alcançar os objetivos a que esta se propõe [16]. No caso da saúde, um hospital é considerado uma organização cujo principal objetivo é a prestação de cuidados médicos.

Com a evolução científica e tecnológica que se tem vivido na área da saúde observa-se um crescimento exponencial dos equipamentos médicos que fazem parte de uma instituição de saúde. Para assegurar o bom funcionamento dos equipamentos e, com isto, garantir que os cuidados de saúde prestados sejam eficientes e seguros, é necessário implementar técnicas de Gestão de Equipamentos Médicos. Este tipo de gestão agrega um conjunto de conhecimentos de engenharia, tecnologias, saúde e gestão [16].

Compete à Gestão de Equipamentos Médicos:

- Adquirir e instalar equipamentos médicos;
- Inventariar e atualizar o parque de equipamentos médicos;
- Elaborar programas de gestão da manutenção corretiva, preventiva e preditiva dos equipamentos;
- Controlar as manutenções dos equipamentos;
- Elaborar e renegociar contratos de manutenção a empresas externas à instituição de saúde;
- Implementar medidas de segurança no ambiente hospitalar;
- Verificar periodicamente a obsolescência dos equipamentos médicos;
- E, por último, realizar relatórios de produtividade [17].

Posto isto, a Gestão de Equipamentos Médicos envolve processos de avaliação, aquisição, controlo e manutenção dos equipamentos utilizados nas instituições hospitalares.

Wang, B. (2012), concluiu que a gestão da manutenção é eficaz quando implementada e planeada com estratégias adequadas para garantir a segurança e funcionalidade dos equipamentos, por sua vez, estudos indicam que uma das principais causas da paralisação dos equipamentos médicos é ausência de planeamento, gestão e manutenção [18].

Os Sistemas de Gestão de Equipamentos Médicos surgiram para melhorar a confiabilidade, a segurança e economia envolvida nos processos relacionados com equipamentos médicos. Estes sistemas englobam diversos aspetos, tais como o inventário; a calendarização e agendamento de manutenções preventivas e preditivas; um sistemas de trabalho; um sistema de contratualização externo; e o registo do histórico de serviços e manutenções anteriores [19].

Existem alguns fatores que influenciam a gestão de equipamentos médicos, e por sua vez, a gestão da manutenção dos EM. Os fatores mais citados na bibliografia são a gestão, o controlo da qualidade e inspeção, os recursos, os bancos de dados e documentação, a educação e formação, e o serviço [19].

Foram realizados diversos estudos, em que se procurou saber qual o fator com maior significância na gestão da manutenção de equipamentos médicos. Após a revisão de artigos existentes, concluiu-se que todos os fatores acima referidos contêm fatores internos com as suas importâncias.

Na gestão, considera-se importante os programas de manutenção de equipamentos médicos existentes, que incluam todos os tipos de manutenção conhecidos, desde preventiva à corretiva [19].

Por sua vez, no controlo da qualidade e na inspeção é fundamental ter em consideração os testes de segurança, métodos de ajuste e calibração, os testes de desempenho, os programas de garantia da qualidade e os alertas e perigos associados à utilização de equipamentos médicos [19, 20].

Quando se fala de recursos, na área de gestão de equipamentos médicos, refere-se a três tipos principais: recursos físicos, recursos humanos e recursos económicos. Os recursos físicos estão associados com a área de trabalho disponível, as ferramentas existentes no serviço e as peças em stock. Os recursos humanos são considerados os mais importantes. O estudo realizado por Bahreini, R. *et al* (2019), demonstra que a existência de recursos humanos especializados é fundamental para estabelecer um programa de manutenção e gestão da mesma eficaz e produtivo. E, por último, os recursos económicos baseiam-se no histórico de despesas relacionadas com as manutenções e englobam a monitorização dos custos e a gestão dos orçamentos [20].

A documentação relacionada com manutenção de EM é da responsabilidade do gestor de equipamentos médicos. Este deve manter organizada e atualizada toda a documentação e informação de modo a ter um Sistema de Gestão de Equipamentos Médicos operacional e funcional. Desta documentação fazem parte as especificações do equipamento, garantia, testes efetuados, histórico das manutenções realizadas, calibrações, manual do utilizador, custos gerados com reparos e instalação, entre outros [20].

A nível da educação e formação dos profissionais e utilizadores considera-se crucial os programas de treino com conhecimentos técnicos e métodos de manutenção para aumentar as capacidades dos recursos humanos existentes.

No fator serviço estão incluídos os equipamentos antigos, contratos e custos de manutenção, ordens de serviço, gestão dos tempos de indisponibilidade, reparos e substituição de equipamentos médicos e informações relacionadas com avarias anteriores [19].

O estudo realizado por Bahreini, R. *et al* (2018), concluiu que a formação de recursos humanos, a existência de programas de manutenção, assim como contratos, inspeção e calibração de segurança, e a documentação são os principais fatores que influenciam a gestão da manutenção de equipamentos médicos [19]. A gestão eficaz dos equipamentos aumenta a sua eficiência e produtividade, levando ao aumento dos níveis de confiança dos utilizadores e utentes dos mesmos.

## **Gestão de Processos**

Um processo pode ser definido como um conjunto de atividades de trabalho no tempo e no espaço, ou seja, um fluxo de trabalho com *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) bem identificados [21]. Os processos podem ser repetitivos ou contínuos, mas têm sempre como finalidade organizar os recursos de uma empresa ou instituição para atingir os objetivos a que esta se propõe [22].

A gestão de processos engloba a melhoria da tecnologia de informação e a gestão por processos. Esta última permite que a instituição trabalhe eficazmente com os seus recursos e melhore os seus resultados. A gestão de processos permite a implementação

de estratégias organizacionais, o controlo da responsabilidade de cada um e o aumento do foco no objetivo da instituição [23].

### Mapeamento de Processos

O Mapeamento de Processos consiste na expressão de um conjunto de passos que compõem um processo através de representações gráficas e documentadas. Este mapeamento permite facilitar a identificação de todas as etapas de um processo de modo a que seja possível implementar melhorias nos mesmos [24].

O Mapeamento de Processos tem como objetivos:

- Compreender os processos e a interação entre os mesmos;
- Identificar falhas de produção, desperdício de tempo e de recursos;
- Analisar a eficácia e eficiência dos processos [23].

Para mapear um processo é necessário recolher dados sobre o mesmo, observar em campo e analisar a documentação existente sobre o processo. Para tal segue-se esta sequência:

- Identificar os participantes do processo, as necessidades e o desempenho;
- Definir responsabilidades durante o processo [23].

### *Medição dos níveis de desempenho da manutenção*

O valor criado pelos custos e investimentos na manutenção é definido pela medição do desempenho da manutenção. Esta medição pode incluir os Indicadores de Desempenho (KPI's), Modelos de Excelência de Negócios e Modelos de Maturidade de Capacidade. [25]

O método mais comum para determinar o desempenho da manutenção recorre aos Indicadores de Desempenho. Estes relacionam os objetivos estabelecidos com os resultados obtidos. Existem diversos estudos que abordam os KPI's com a manutenção em sistemas hospitalares. [25]

Um exemplo destes estudos, foi realizado na Malásia por Ali, M. e Mohamad, W. (2009), que utilizaram KPI's para analisar e avaliar o desempenho do hospital através de indicadores relacionados com as políticas, planos e procedimentos para a manutenção.

Estes investigadores descobriram falhas na falta de políticas e planos para otimizar o desempenho da manutenção, e também concluíram que existiam falhas na formação dos profissionais responsáveis pela manutenção. [25]

Outro método de avaliação do desempenho da manutenção é através da simulação. Lavy, S. *et al* (2014) diz que “a simulação transforma a análise descritiva em preditiva, permitindo a avaliação de planos e resultados futuros através da criação de diversos cenários”. [26] A simulação cria cenários futuros ou alternativos à situação atual/real e permite avaliar o impacto destes cenários alternativos na organização hospitalar. Moselhi, O. *et al* (2017), referem que no contexto hospitalar, as simulações são utilizadas para analisar os gastos com manutenções. [25]

Dessouky, Y. e Bayer, A. (2002) recorreram à simulação para avaliar o programa de manutenção, para tal utilizaram os atributos da qualidade da manutenção e as horas de trabalho e estimaram o excesso de horas de trabalho. Com isto, conseguiram destinar os custos de manutenção para as etapas de construção e design dos projetos e otimizar a qualidade dos mesmos. [26]

### *Simulação de Mapeamento de Processos*

Para mapear os processos envolvidos na dissertação recorreu-se ao Software Arena. O Software Arena é um software de simulação de processos, ou eventos específicos no tempo [27]. Este programa permite às empresas uma melhoria de desempenho através da avaliação de parâmetros como os custos, tempos de ciclos e disponibilidade e utilização de recursos; permite reduzir os riscos de perda de capital e perda de recursos; também permite diminuir a incerteza no desempenho do sistema; e apresenta resultados de simulação com animações em 2D e 3D [28].



*Figura 5 – Logotipo Software Arena, retirado de [29].*

Na área da saúde existem já alguns estudos que recorrem ao Arena, tais como o caso do Hospital de Jersey, EUA, que necessitavam de redefinir o fluxo dos utentes nas Urgências. Os pacientes eram triados, tratados, testados e de seguida avaliados por diferentes médicos e enfermeiros, o que desviava o paciente do fluxo normal do funcionamento das Urgências. Para melhorar este problema, a simulação realizada com recurso ao Arena permitiu detetar que utilizando todas as camas disponível e adicionando alguns recursos médicos, as Urgências daquele hospital poderiam funcionar sem problemas graves, impedindo que a direção do hospital tivesse de investir cerca de 422000€ de capital em novas instalações [30].

Outro caso da aplicação do Software Arena na área da saúde vem por meio de duas investigadoras da Universidade da Carolina do Norte, nos EUA, que pretendiam avaliar a resposta dos Hospitais a Emergências como surtos epidemiológicos, ameaças de bioterrorismo e catástrofes naturais. Para este estudo, seleccionaram um surto de *E.coli* que ocorreu numa feira estadual em 2004 e observaram que as longas filas de espera do serviço estavam relacionadas com atrasos na obtenção de resultados por parte dos laboratórios do sistema de saúde pública. Para tal, concluíram que se devia de investir na melhoria das condições dos laboratórios de modo permitir eliminar as longas filas de espera nas Emergências e a melhorar o desempenho do sistema de saúde pública [31].

## **Capítulo III – Introdução: Descrição de Conceitos**

No terceiro capítulo são explicitados o funcionamento e as etapas pertencentes a um processo de manutenção de equipamentos médicos. Este capítulo está dividido em duas secções. A primeira secção contém uma explicação escrita dos processos necessários aquando de um pedido de manutenção de equipamentos médicos. Na segunda apresenta-se os fluxogramas dos processos anteriormente referidos, sendo eles: Fluxograma do Processo de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos; Fluxograma do Processo de Gestão de Manutenção Preventiva de Equipamentos Médicos; e, por último, o Fluxograma do Processo de Contratualização de Serviços Externos de Manutenção.

### **Funcionamento/ Etapas dos Processos de Manutenção**

O processo de reparação de um equipamento começa quando o equipamento avaria no serviço e este faz o pedido de reparação ou faz chamada telefónica para a Eng. Ana ou Eng. Silvana. Dependendo da gravidade do pedido ou da disponibilidade da Eng. Ana ou da Eng. Silvana, estas vão até ao serviço requerente da manutenção e tentam avaliar o estado do equipamento. Nem sempre são precisas estas idas aos serviços, uma vez que muitas vezes, os equipamentos são entregues na oficina de Electromedicina pelos auxiliares de saúde ou pelos enfermeiros do serviço requerente.

Os serviços preenchem a requisição de manutenção informaticamente num sistema próprio. Esta requisição cai no sistema do SIE e o secretariado do SIE gera o número de ordem de manutenção. Estas ordens são separadas consoante a área de trabalho do SIE (Electromedicina, Gases Medicinais, Eletricidade e Mecânica). As ordens referentes à área de Electromedicina são entregues à Eng. Ana que faz a triagem das mesmas. Em primeiro lugar é verificado se existe contrato ou não para o equipamento em questão e é verificada a existência de garantia ou não.

Se o equipamento tiver contrato ou se encontrar em garantia, é gerada uma GRP (Guia de Reparação) pela secretaria do SIE. Estas GRP são enviadas para as empresas responsáveis que vêm ao hospital fazer um diagnóstico do equipamento. Se for possível reparar no local, a reparação é realizada, se não, a empresa recolhe o equipamento e leva-o para as suas oficinas para efetuar a reparação. Dependendo da situação do equipamento,

a nível de contrato ou de garantia, pode ser necessário proceder à realização de um orçamento.

Se os equipamentos não tiverem contrato ou garantia, é necessário a realização da reparação interna dos equipamentos. Para estas reparações podem ser necessários materiais que não existam na oficina de Electromedicina e é, então, necessário o levantamento de material presente no armazém próprio. O material só é entregue aos responsáveis de Electromedicina se estes apresentarem a ordem de manutenção do equipamento. No entanto, podem ser necessários materiais apenas do exterior e para tal são abertas GRP para o pedido de peças novas para a realização das manutenções.

Quando o equipamento está reparado faz-se a entrega no serviço requerente e fecha-se o número de ordem, e, com isto, o processo é dado por terminado.

## **Fluxogramas do Processo de Manutenção de Equipamentos Médicos**

Para resumir o ponto anterior apresentam-se de seguida os fluxogramas em vigor no Serviço de Instalações e Equipamentos da ULSM que abordam a gestão de pedidos de reparação de equipamentos médicos, a contratualização de serviços externos de manutenção e a gestão da manutenção. Estes três fluxogramas resumem todos os passos envolvidos no processo de manutenção de um Equipamento Médico, apresentando cada um a sua importância para o bom funcionamento do processo.

O primeiro fluxograma encontra-se representado nas *Figuras 5 e 6* e consiste na esquematização do processo de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos (EM). É possível observar que a reparação dos EM pode ser realizada internamente, na instituição de saúde, ou pode ser adjudicada a uma empresa externa à instituição. Caso a manutenção seja interna está dependente da gravidade da avaria e dos materiais existentes em stock.

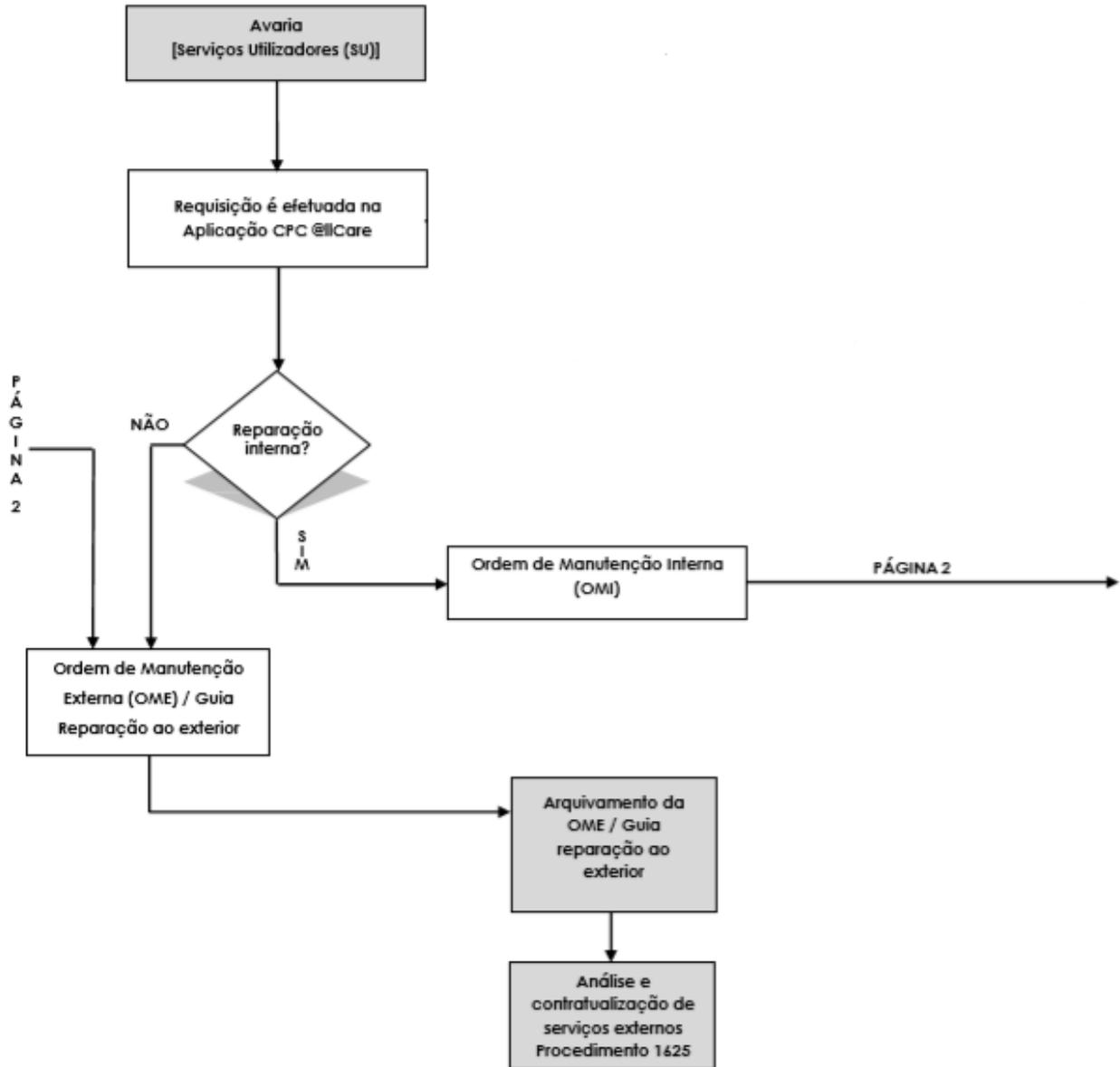


Figura 6- Fluxograma de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos (parte 1), adaptado de [32].

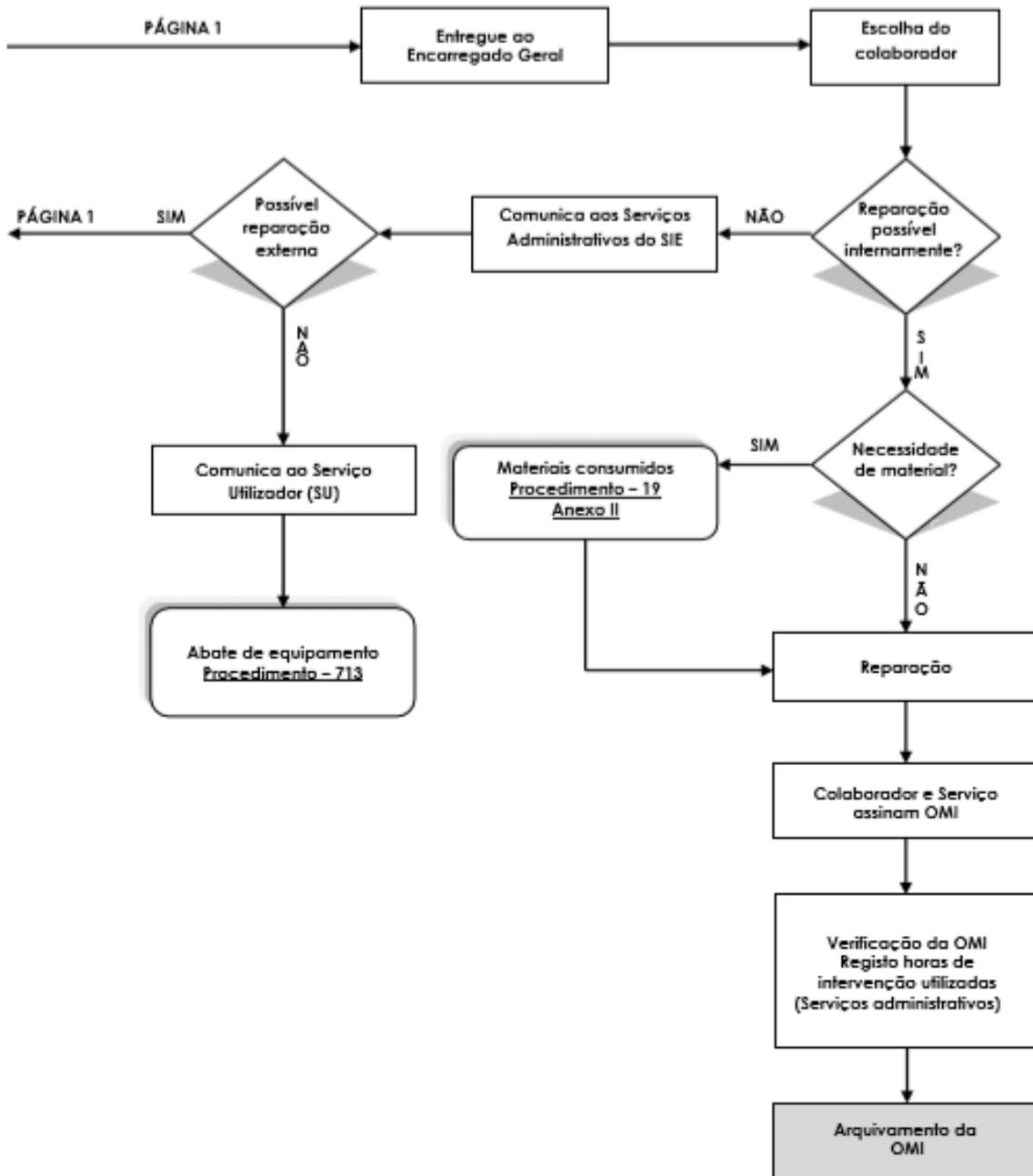


Figura 7- Fluxograma de Gestão de Pedidos de Reparação de Equipamentos Médicos (parte 2), adaptado de [32].

Na *Figura 6* é possível observar que quando é necessário material para efetuar a manutenção preventiva recorre-se a um procedimento de Pedidos de Materiais Consumidos. Este procedimento está representado na *Figura 7*.

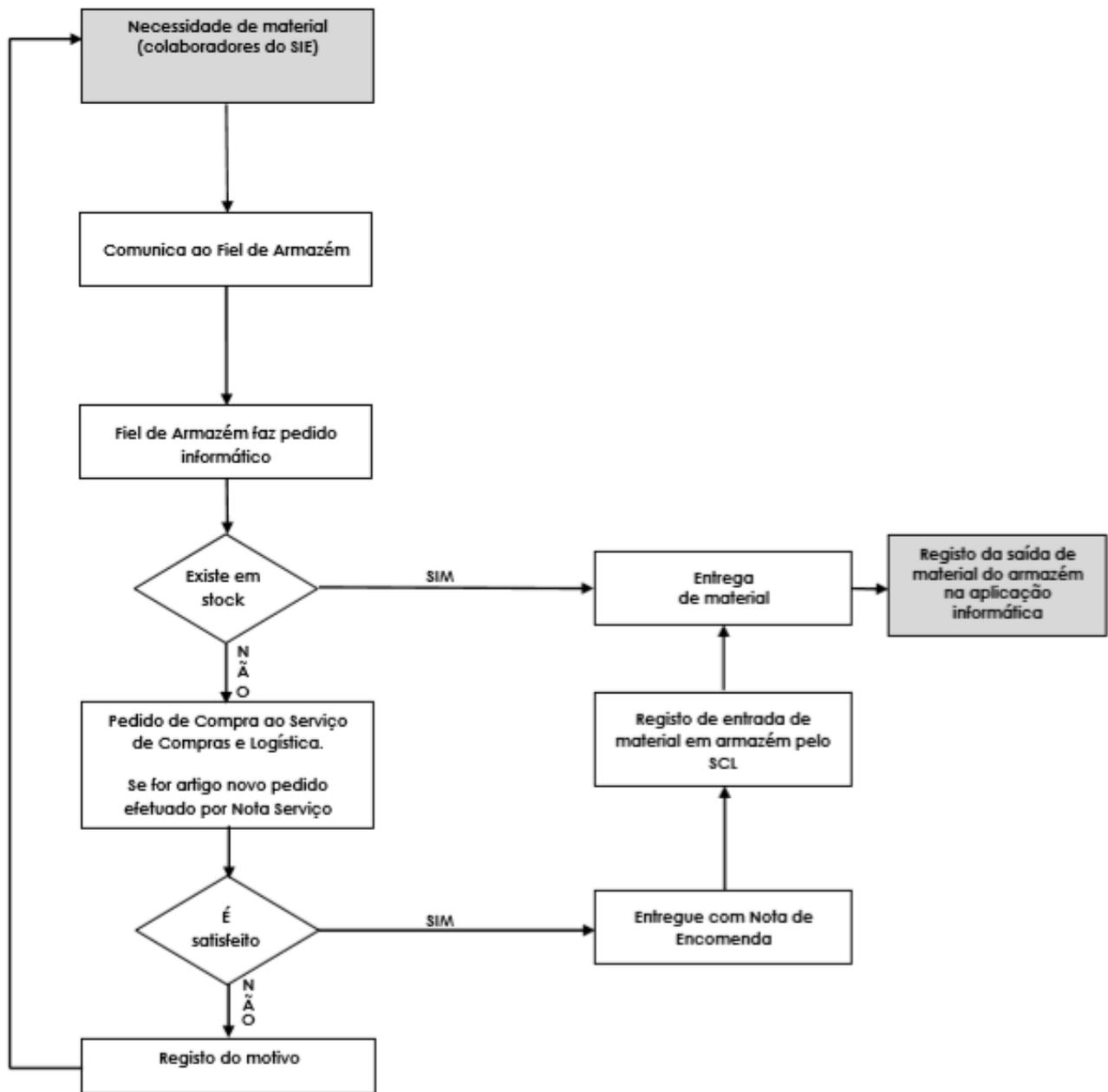


Figura 8- Fluxograma do Procedimento de Materiais Consumidos pelo SIE, retirado de [32].

O fluxograma que se segue representa a Gestão de Manutenção Preventiva de Equipamentos Médicos. Esta pode ser realizada internamente ou externamente, existindo sempre um acompanhamento e verificação da mesma por um representante do Serviço de Instalações e Equipamentos.

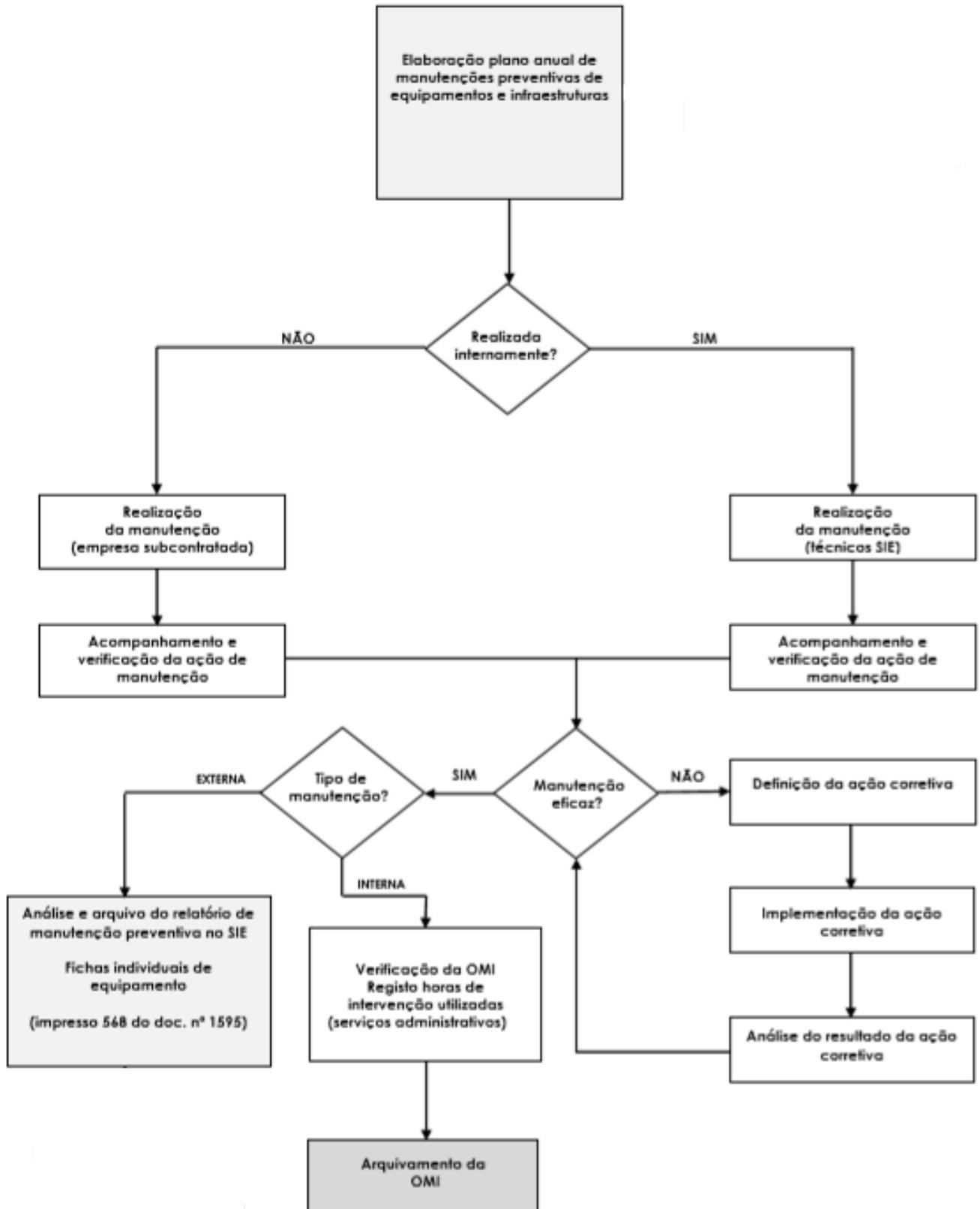


Figura 9- Fluxograma de Gestão de Manutenção Preventiva, adaptado de [33].

O terceiro e último fluxograma apresenta o processo de Contratualização de Serviços Externos de Manutenção. Este encontra-se em vigor para casos de pedidos de manutenção de equipamentos médicos que necessitem de auxílio de empresas externas à instituição de saúde.

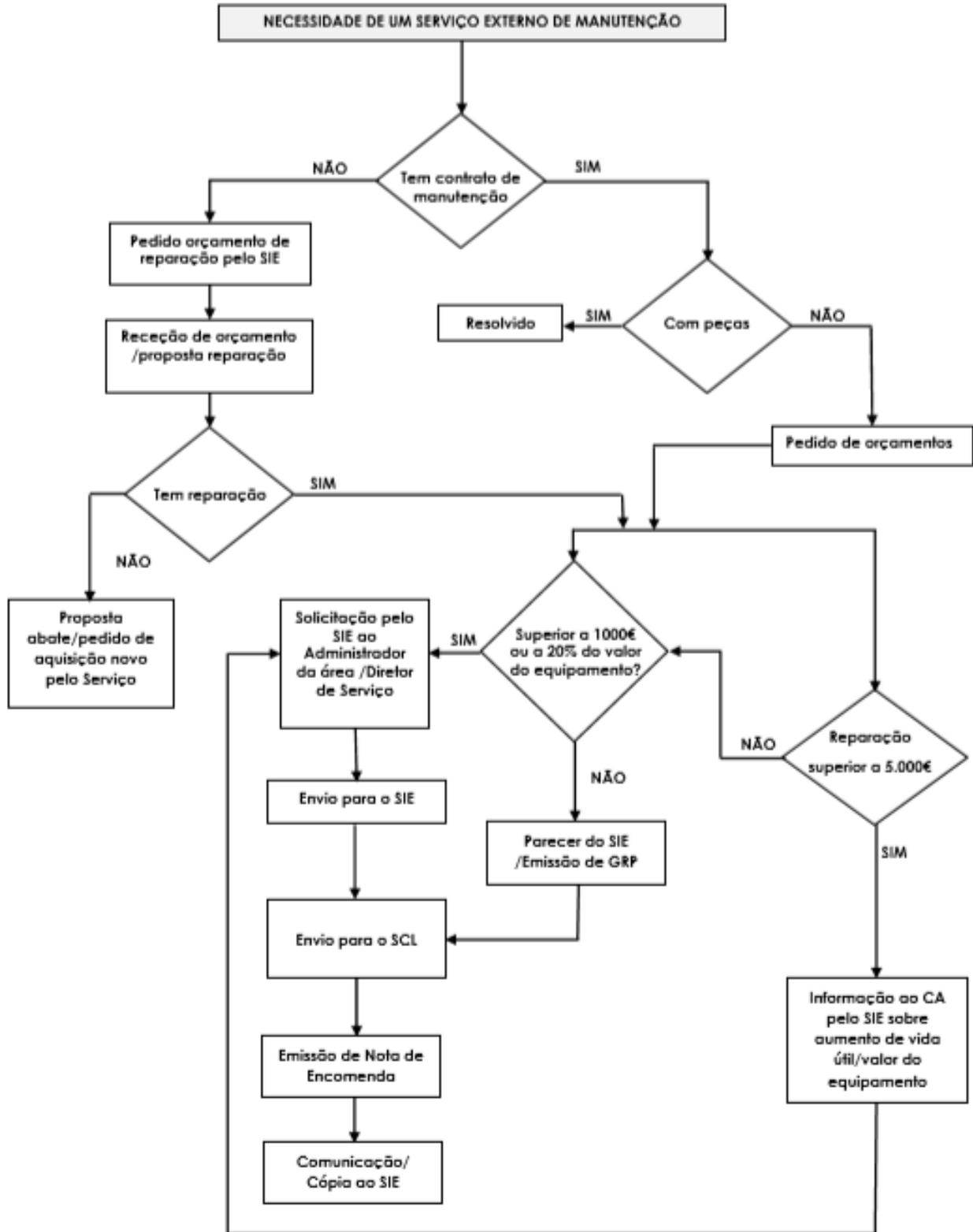


Figura 10- Fluxograma de Contratualização de Serviços Externos de Manutenção, retirado de [34].

## **Capítulo IV – Métodos**

Esta dissertação consiste na análise dos processos de manutenção de equipamentos médicos da Unidade Local de Saúde de Matosinhos. Foi realizado um estudo em parceria com o Serviço de Instalações e Equipamentos do Hospital Pedro Hispano. Este conteve um período de observação e recolha de dados nas instalações de Electromedicina do SIE durante um período de três meses. Neste capítulo é apresentado o método de recolha de dados e explicada a forma como estes foram organizados. Após uma breve explicação do significado e importância de cada parâmetro analisado são expostos alguns modelos de simulação dos processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos a analisar.

### **Recolha de Dados**

Antes da recolha de dados foi necessário entender como funciona um Serviço de Instalações e Equipamentos, mais concretamente a secção de Electromedicina. Para tal existiu um acompanhamento minucioso com as Engenheiras responsáveis durante uma semana. Durante esta semana experienciaram-se pequenas manutenções corretivas, como por exemplo substituição de lâmpadas em aparelhos de fototerapia ou o arranjo de comandos de camas articuladas; para além das pequenas manutenções também foi possível ter uma percepção do despacho processos para as empresas orçamentarem manutenções pendentes e abriram-se concursos para o ano de 2020 relativos a manutenções de equipamentos médicos.

A recolha de dados ocorreu durante os meses de novembro e dezembro de 2019 e o mês de janeiro de 2020. Durante estes meses foram coletados os dados referentes aos pedidos de manutenção de equipamentos médicos da Unidade Local de Saúde de Matosinhos.

Começou-se por definir o fluxograma do processo de manutenção de um equipamento e identificar os intervenientes em cada passo do processo. De seguida avaliaram-se os momentos em que se iniciava cada passo. Deste modo efetuou-se uma tabela que continha os pontos essenciais sobre os pedidos de manutenção. Segue-se um excerto da tabela realizada.

Tabela 4 - Dados dos processos de pedidos de manutenção de equipamentos médicos

Dados da Avaria				Processo de Reparação						
Equipamento	Tipo de Avaria	Classificação da Avaria	Estado do Equipamento	Abertura da Requisição	Abertura do N.º de Ordem	Abertura da GRP	Custo (€)	GRP	Empresa	Tempo da Intervenção Interna
Bomba Perfusora	Seringa Partida	Urgente	Operacional	20/08 às 11:24	20/08/2019	30/09 às 16:45	259.64	2019090107	B Braun	0
Endoscópio	Arranjo	Urgente	Operacional	18/10 às 12:16	18/10/2019	21/10 às 11:55	540,0	2019100084	IBERDATA	0

Tabela 5 - Continuação da Tabela 4

Processo Burocrático							
Receção do Orçamento	Despacho do Processo	Aceitação do Orçamento	Emissão de Nota de Encomenda (NE)	Tempo do Processo	Data de Conclusão	Tempo Total de Paragem	Serviço
20/10	29/11	02/12	03/12	64 dias	18/12 às 16:27	120 dias	Medicina E
18/11	20/11	22/11	25/11	35 dias	20/12 às 09:29	63 dias	Exames Especiais de Gastroenterologia

Como se pode observar nas *Tabelas 4 e 5* foram recolhidos dados importantes, tais como o tipo de equipamento médico, a data de requisição do pedido de manutenção, a data de abertura de GRP (Guia de Reparação) quando aplicada, a empresa associada, dados sobre o processo burocrático, a data de conclusão do processo e o tempo total de paragem do equipamento.

O Tipo de Avaria explica ao Engenheiro responsável do SIE que tipo de problema irá encontrar na manutenção do equipamento. Para priorizar as manutenções é necessário indicar se é um pedido Urgente ou Normal.

Durante a recolha de dados optou-se por classificar o equipamento quanto ao seu estado em: Operacional, Não Operacional, Semi-Operacional, Reparado Internamente ou Pendente. Com isto sabe-se se o equipamento se encontra com a manutenção externa feita (Operacional), ou se ainda aguarda a reparação (Não Operacional), quer seja interna ou externa ao hospital. Os equipamentos que se encontrem em Semi-Operacional aguardam a conclusão do processo. Por outro lado, pode ter sido reparado internamente pelas Engenheiras do Serviço de Electromedicina designando-se por Reparado Internamente. Os equipamentos que aguardam a intervenção das Engenheiras do Serviço de Electromedicina encontram-se em estado Pendente.

Para a realização deste estudo considera-se que o Tempo Total de Paragem do equipamento médico em processo de manutenção corresponde à soma do Tempo do Processo de Reparação (quer seja interna ou externa ao Hospital) com o Tempo do Processo Burocrático. Ou seja, o Tempo Total de Paragem inicia-se quando é feito o pedido de manutenção e termina quando é dada como concluída a reparação e o equipamento é entregue ao serviço requerente.

O Tempo do Processo de Reparação começa com a Abertura da Requisição de Manutenção. Esta Requisição tem sempre associada uma Ordem de Manutenção. A Ordem de Manutenção pode ser Interna (OMI) ou Externa (OME) (consultar *Figura 5*). Caso a Ordem seja Externa e o equipamento estiver em garantia ou houver um contrato de manutenção existe a Abertura da GRP. Sabe-se também que as Guias de Reparação têm um número associado e que este é representado da seguinte forma:

GRP 2019 11 0000



Ano Mês Nº da Guia

Quando existe uma GRP, normalmente não é feita nenhuma inspeção ou reparação internamente, pois pode pôr em causa do termos do contrato ou da garantia do equipamento. Havendo a necessidade de abertura da GRP inicia-se o Processo Burocrático.

O Processo Burocrático está relacionado com a intervenção de uma Empresa Externa. Para tal já existem contratos com diversas entidades para que quando seja necessário alguma manutenção de um equipamento médico se saiba exatamente qual a empresa que representa as melhores condições para efetuar o arranjo. Posto isto, quando ocorre uma avaria de um equipamento que esteja em contrato ou garantia é enviado o Pedido efetuado pela Enfermeira Chefe do serviço onde se encontra o equipamento para a empresa correspondente.

Após a avaliação do estado do equipamento é elaborado um Orçamento pelos responsáveis da entidade externa. O orçamento é enviado para a Eng. Ana ou para a Eng. Silvana do serviço de Electromedicina que fazem o despacho do processo.

Depois do despacho do processo, tem de haver a aceitação ou não do orçamento e a emissão da Nota de Encomenda em casos de aceitação.

O tempo decorrido desde a abertura da GRP até à data da emissão da Nota de Encomenda corresponde ao Tempo do Processo (ver *Tabela 3 e 4*).

## **Simulação e Mapeamento com o Software Arena**

Após a recolha destes dados importantes, seguiu-se uma análise crítica que é apresentada no Capítulo seguinte e recorreu-se ao Software Arena para mapear estes processos.

Para tal representou-se o fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos no Software Arena. Para representar este fluxograma utilizaram-se os seguintes blocos:

Tabela 6 –Blocos Utilizados na representação do fluxograma no Software Arena

Blocos Utilizados	Significado do Bloco
	Bloco de Entrada no sistema
	Bloco de Estação de trabalho
	Bloco de Processo
	Bloco de Separação
	Bloco de Saída do Sistema

Nas Figuras 11, 12, 13 e 14 pode-se observar a representação do fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos.

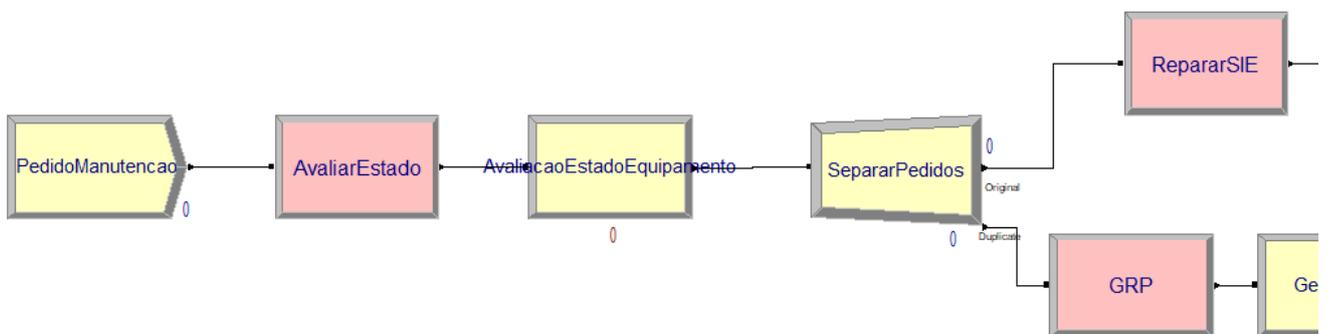


Figura 11 – Representação inicial do fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos.

Como já foi referido anteriormente, quando existe um pedido de manutenção a um equipamento médico, este é avaliado por parte das Engenheiras do SIE que, de seguida, separam os pedidos que são passíveis de reparar internamente e os que necessitam de auxílio externo e que seguem para empresas externas com Guias de Reparação. As GRP's são criadas pela secretaria do SIE.

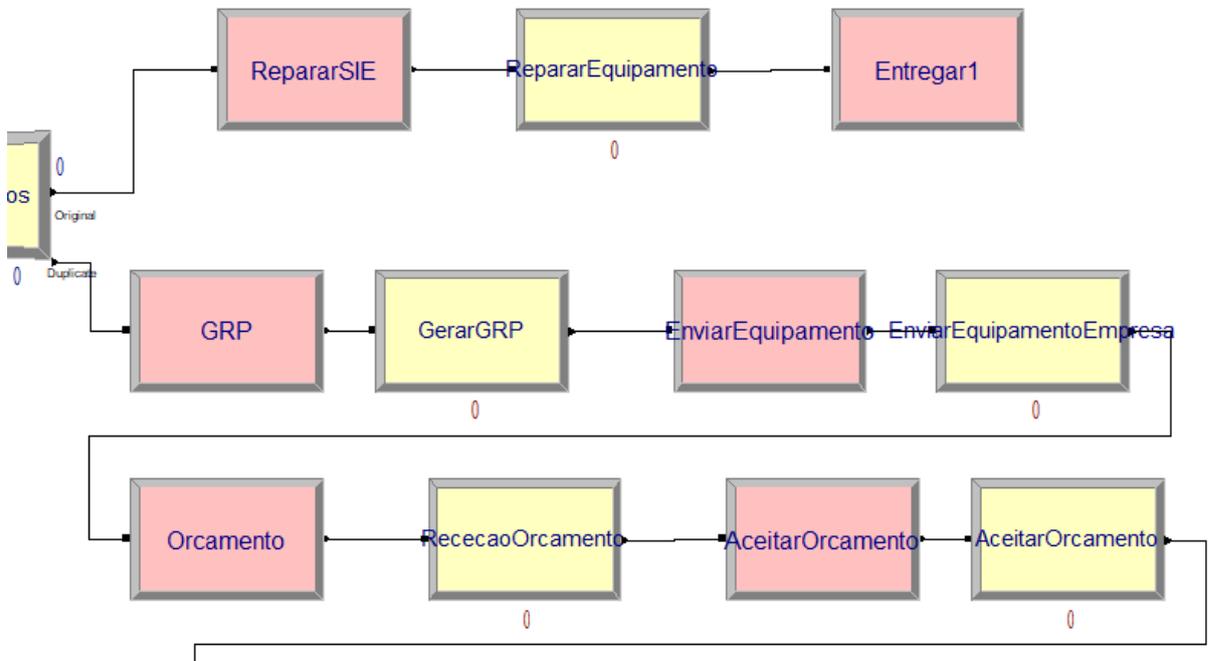


Figura 12 – Continuação do fluxograma representado na Figura anterior.

Após a separação, os pedidos que são passíveis de reparar internamente são intervencionados e depois irão ser entregues aos serviços requerentes. Por outro lado, os pedidos com GRP são enviados para as empresas responsáveis, e estas enviarão um orçamento, se necessário, para a secretaria do SIE. O orçamento tem, depois, de ser aceite pelo gestor do departamento ou pelo gestor do hospital, dependendo do valor (tal como explicado anteriormente).

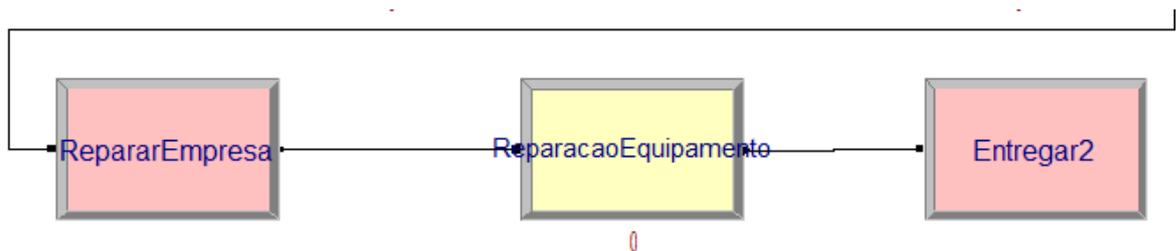


Figura 13 – Continuação do fluxograma da Figura 11 e 12.

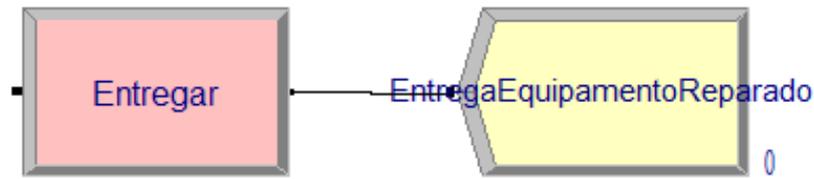


Figura 14 – Continuação e Parte final do fluxograma do processo de manutenção de equipamentos médicos representado nas Figuras 11, 12 e 13.

Se o orçamento for aceite, a empresa externa procede à reparação do equipamento médico e quando concluída segue para entrega no serviço requerente.

De seguida apresentam-se alguns cenários de simulação dos processos de manutenção de equipamentos médicos. O primeiro cenário corresponde ao contexto atual do Serviço de Instalações e Equipamentos. No entanto, os cenários seguintes correspondem a possíveis melhorias que poderiam ser implementadas com vista a otimizar os processos a estudar.

### Cenário 1 – Contexto Atual

Após a realização do fluxograma do processo, realizou-se a simulação com recurso a figuras representativas. Para a simulação, desenhou-se uma área de trabalho e separou-se os diferentes intervenientes: a Engenheira de Electromedicina, a secretaria do SIE, a transportadora, o Gestor de Departamento e a Empresa Externa. Estão também representadas as tarefas que cada interveniente está responsável por efetuar.

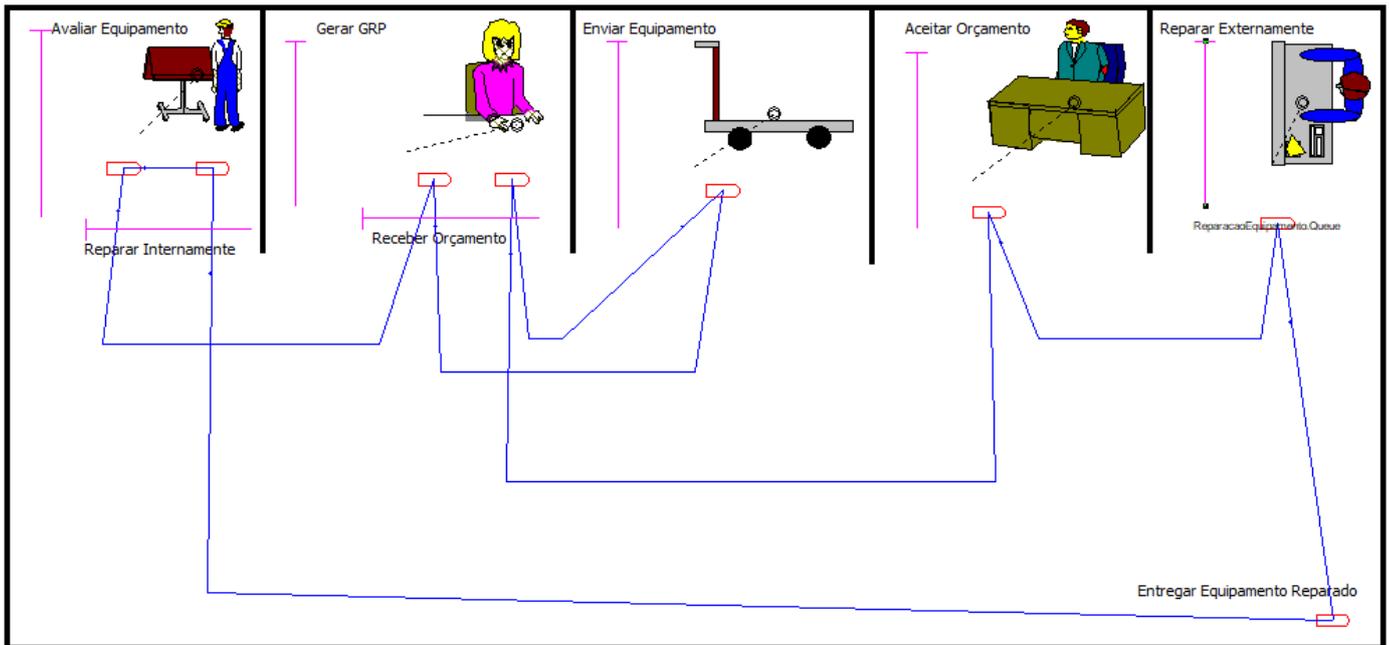


Figura 15 - Representação das etapas envolvidas num processo de manutenção de equipamentos médicos.

Na *Figura 15* observa-se a simulação do processo de manutenção. As linhas representadas a azul correspondem ao percurso que o pedido de manutenção/equipamento médico percorre durante o processo de manutenção do mesmo. Os blocos a vermelho correspondem às etapas do fluxograma e as linhas representadas a cor de rosa representam as filas de espera em cada etapa do processo.

Após a elaboração da área de trabalho procedeu-se à simulação. O Software Arena fornece, no final das simulações, um relatório com os dados obtidos através da mesma. Este relatório encontra-se disponível no Anexo 1.

Para a simulação utilizada neste estudo foi estipulado que o tempo de simulação corresponderia a 2400 minutos, ou seja, 5 dias úteis com 8 horas de trabalho, de modo a ser possível efetuar uma avaliação com um número de dados aceitável.

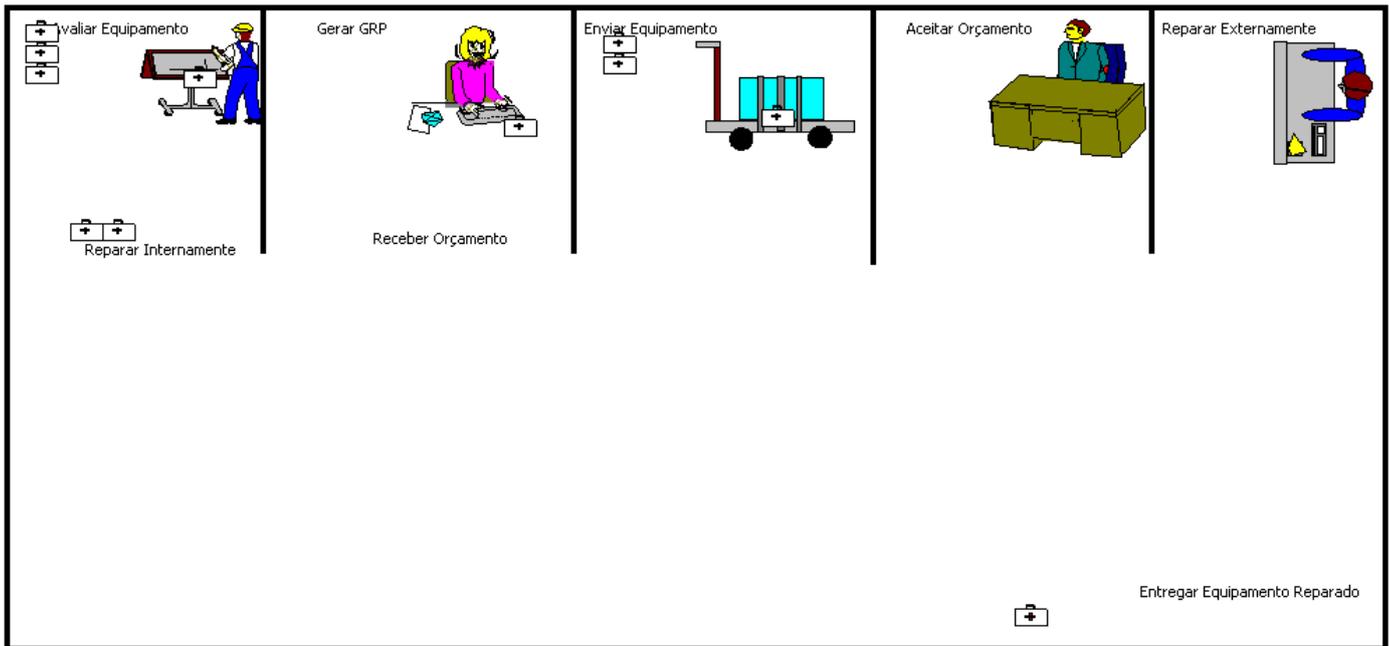


Figura 16 – Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.

No relatório da simulação existem alguns parâmetros importantes a analisar. O primeiro é o número de entradas (Number In) e o número de saídas (Number Out) do sistema, ou seja, o número total de pedidos de manutenção que entraram no sistema e número de pedidos que foram dados como concluídos. Tal como se pode observar no relatório deram entrada 111 pedidos, dos quais 29 foram dados como concluídos. É possível observar o número de pedidos que ficaram em processo ao mesmo tempo através do WIP. Constata-se que ficaram em média 48,0653 pedidos em processo ao mesmo tempo, sendo o maior valor de 82 pedidos em simultâneo.

Outros dados importantes a analisar relacionados com os pedidos de manutenção de equipamentos médicos que entraram no sistema são: Tempo do Processo (VA Time); Tempo de Espera (Wait Time) e o Tempo Total (Total Time).

O Tempo do Processo em média foi de 75,5129 minutos, cerca de 1 hora e 15 minutos. No entanto o tempo máximo de processo foi de 134,32 minutos e o tempo mínimo de 20,9396 minutos.

O Tempo de Espera médio foi de 775,92 minutos (1 dia e 5 horas aproximadamente), sendo o tempo máximo de espera de 1355,02 minutos (2 dias, 6 horas e 35 minutos). Este valor é elevado pois os processos que envolvem empresas externas

apresentam atrasos nas etapas de transporte, receção e aceitação de orçamentos e reparação do equipamento por parte da empresa, aumentando o tempo de espera dos equipamentos.

O Tempo Total corresponde ao tempo total que um pedido esteve no sistema. O valor médio deste parâmetro foi de 971,44 minutos, o que corresponde a 2 dias e 11 minutos; o valor mínimo foi de 164,09 minutos e o valor máximo do tempo total foi de 1523,18 minutos (cerca de 3 dias e 83 minutos).

No relatório fornecido pelo Arena podem-se visualizar os tempos de espera em cada etapa dos processos de manutenção. As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Reparação Interna do Equipamento e a Criação das GRP, com 1184,46 minutos (2 dias, 3 horas e 44 minutos) e 958,59 minutos (cerca de 2 dias), respetivamente. Por outro lado, também é possível analisar o número de equipamentos em espera em cada etapa. As etapas que tiveram mais pedidos em espera foram a Avaliação do Estado do Equipamento, Criação da GRP e Reparação Interna do Equipamento com 39, 21 e 19 pedidos em espera no máximo, respetivamente. A Aceitação do Orçamento teve apenas 1 pedido em espera, o Envio do Equipamento para a Empresa e a Reparação Externa do Equipamento tiveram 11 pedidos em espera e a Receção do Orçamento apresentou 10 pedidos em espera no máximo.

O último parâmetro que é possível analisar pelo relatório do Software Arena é o uso dos recursos/ intervenientes. Considerando o segundo gráfico presente no relatório constata-se que o recurso que foi mais vezes utilizado foi a Engenheira do SIE. Este interveniente foi utilizado 67 vezes, seguindo-se da Secretaria do SIE com um valor de 48 utilizações e a Transportadora com 25 utilizações. Os recursos menos utilizados foram o Departamento de Gestão que apenas foi utilizado 13 vezes e a Empresa que apenas trabalhou 1 vez.

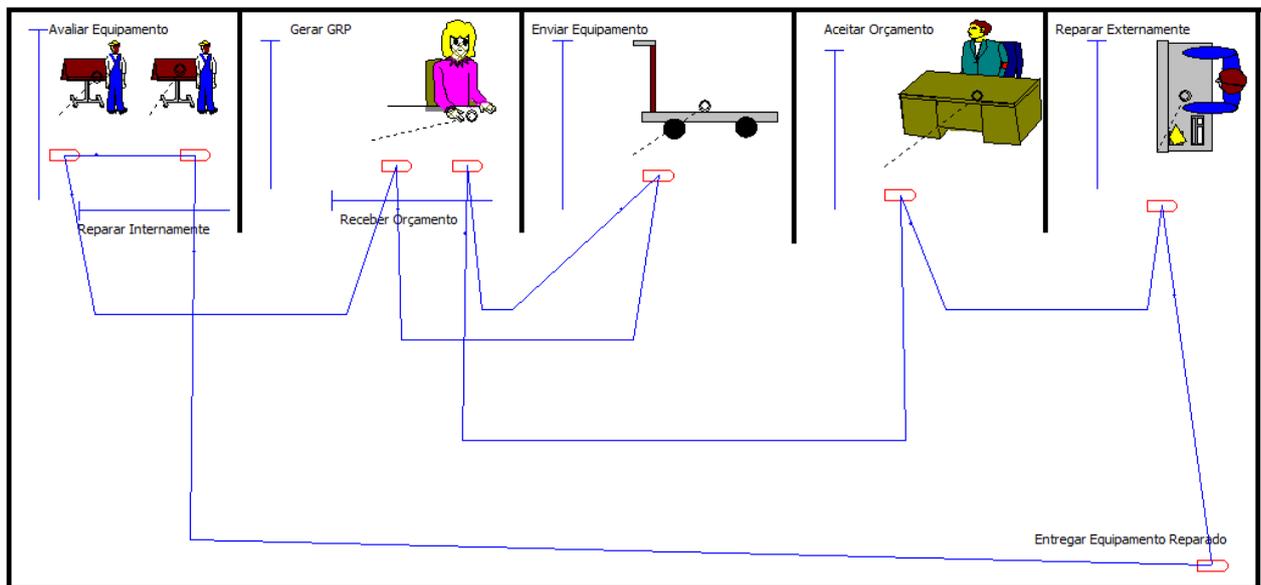
Estes dados são expectáveis, uma vez que a Engenheira do SIE avalia o estado do equipamento e repara alguns equipamentos, contribuindo em quase todos os processos. Por outro lado, a Empresa apenas é utilizada na reparação do equipamento externamente, originando um valor reduzido de utilizações.

É de salientar que estes dados são apenas resultado de uma simulação e não representam a 100% a realidade vivida na Unidade Local de Saúde de Matosinhos.

## Cenário 2 – Aumento do número de Engenheiros do SIE

Através da análise dos resultados da primeira simulação, considerou-se, que, para o cenário 2 seria interessante acrescentar um colaborador à Engenheira do SIE atualmente presente, visto que as etapas da responsabilidade da mesma serem as que apresentam um maior tempo de espera e uma vez que a Engenheira é o interveniente mais vezes utilizado.

Para proceder a esta simulação duplicou-se o número de Engenheiros do SIE no processo de manutenção, sendo que um estaria responsável pela Avaliação do Estado do Equipamento e o outro seria responsável pela Reparação Interna do Equipamento. A *Figura 17* representa a simulação deste cenário.



*Figura 17 – Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois engenheiros do SIE.*

Após a representação das etapas e dos intervenientes nos processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos procedeu-se à simulação do cenário com dois engenheiros. Na *Figura 18* observa-se um momento desta simulação.

Neste segundo cenário de simulação, o tempo estipulado para a simulação do processo de manutenção foi o mesmo que no caso do cenário anterior, ou seja, 2400 minutos.

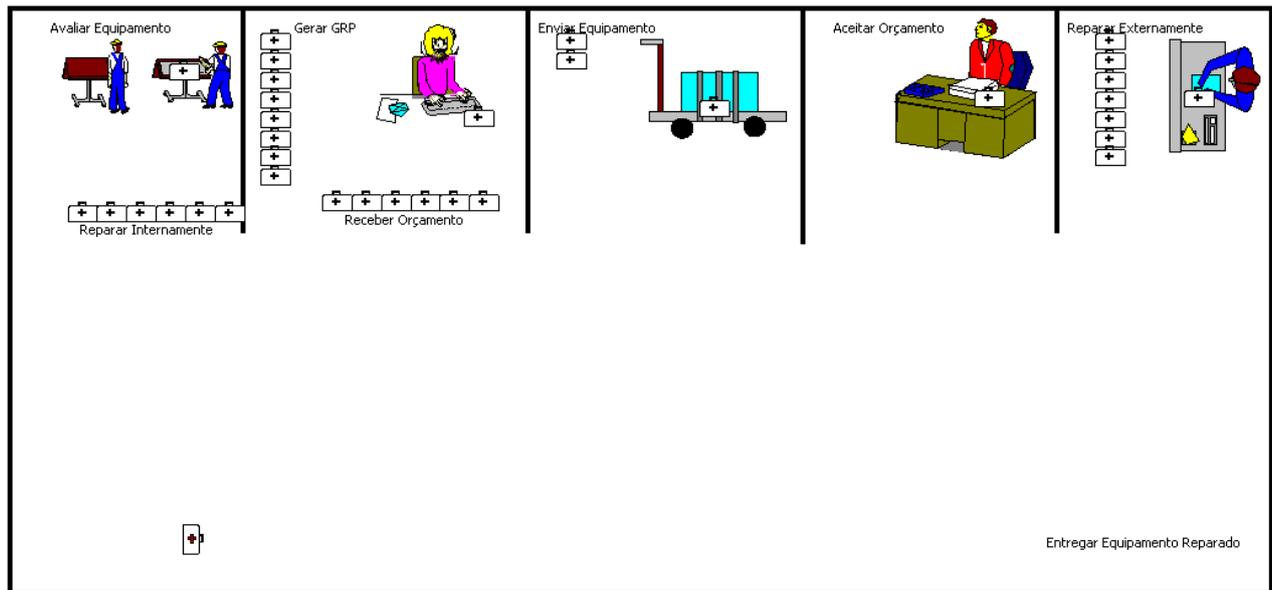


Figura 18 – Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.

Tal como no Cenário 1 – Contexto Atual, o Software Arena elaborou um relatório dos dados obtidos através da simulação deste cenário. Os dados analisados no relatório foram os mesmos, ou seja, Número de Entradas e de Saídas; Número de Processos a decorrer em simultâneo; Tempo do Processo, de Espera e Total; Etapas com maior tempo de espera e maior número de processos em espera; e por último, Recursos mais vezes utilizados.

Neste caso em análise, o número de entradas e de saídas do sistema foi de 134 e 35, respetivamente. Com isto conclui-se que apenas cerca de 26% dos processos foram concluídos. Por outro lado, o número de processos a decorrer em simultâneo foi, em média, de 48,3594, sendo que o valor máximo correspondeu a 99 processos.

Analisando os tempos da simulação conclui-se que:

- Tempo médio do processo: 71,6682 minutos.
- Tempo médio de espera: 476,91 minutos (cerca de 8 horas).
- Tempo médio total: 668,58 minutos (cerca de 1 dia e 3 horas).

As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Criação da GRP e a Receção do Orçamento, com 1225,20 minutos (2 dias, 4 horas e 42 minutos) e 1226,34 minutos (2 dias, 4 horas e 44 minutos), respetivamente. Analisando as etapas que tiveram mais processos em espera, observa-se que a Criação da GRP e a Reparação Interna do

Equipamento (as mesmas que foram anteriormente referidas), foram as que apresentam um número maior.

O último parâmetro analisável era o uso dos intervenientes, e através da observação do gráfico presente no relatório e nos dados obtidos, constata-se que a Engenheira que procede à Avaliação do Estado do Equipamento e a Secretária do SIE foram mais vezes utilizados.

### Cenário 3 – Aumento do número de colaboradores da secretaria do SIE

Após se observar os dois cenários anteriores e os resultados que advieram deles optou-se por elaborar um cenário em que se aumentasse o número dos colaboradores da secretaria do Serviço de Instalações e Equipamentos, continuando com os parâmetros iniciais. Para isso criou-se um recurso da secretaria que iria ser utilizado na Criação de GRP, mantendo o outro recurso da secretaria responsável pela receção do orçamento.

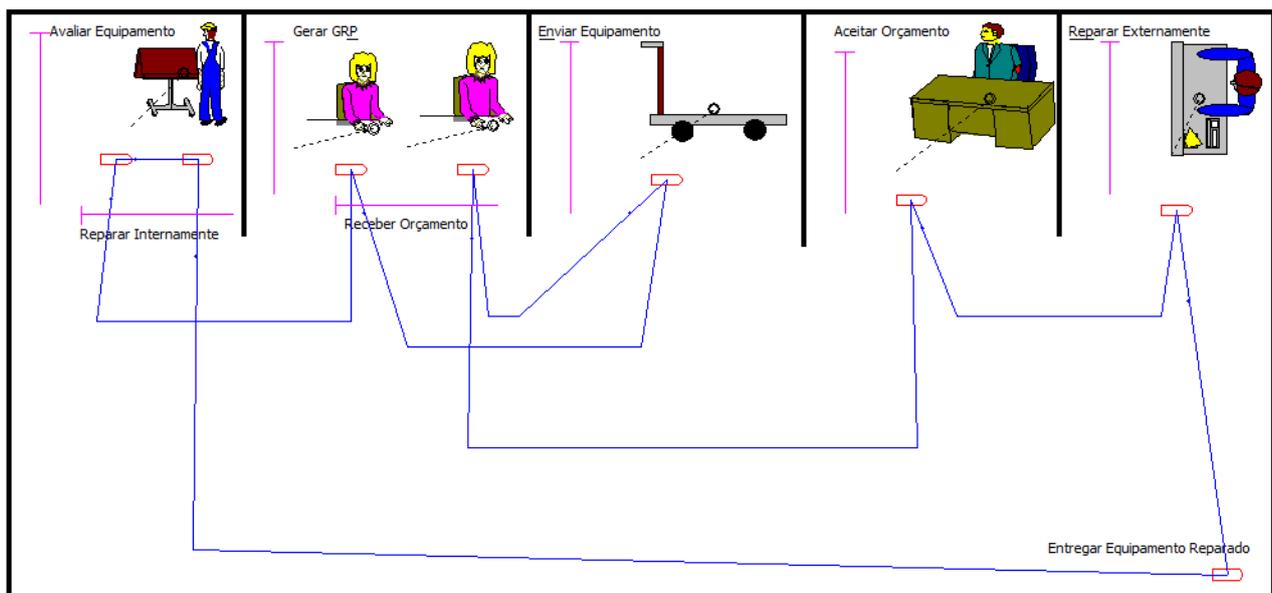


Figura 19 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois colaboradores da secretaria do SIE.

Tal como nos casos anteriores, o tempo estipulado para a simulação foi de 2400 minutos. Após a representação das etapas e dos intervenientes nos processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos procedeu-se à simulação do cenário com dois colaboradores da secretaria do Serviço. Na *Figura 20* observa-se um momento desta simulação.

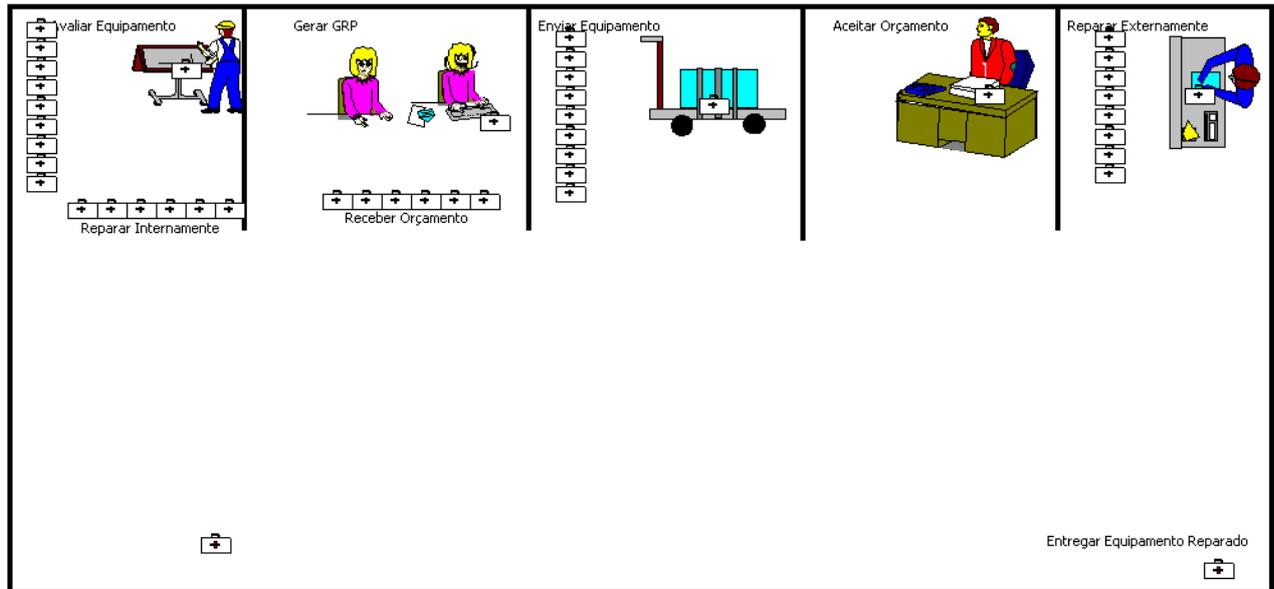


Figura 20 - Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.

Após a representação e simulação dos processos de manutenção de equipamentos médicos com dois colaboradores da secretaria do Serviço de Instalações e Equipamentos, analisou-se o relatório fornecido pelo Arena. Neste observou-se os dados previamente referidos como importantes.

No terceiro cenário em análise, o número de entradas e de saídas do sistema foi de 116 e 33, respetivamente, ou seja, cerca de 28,5% dos processos foram concluídos. Por outro lado, o número de processos a decorrer em simultâneo foi, em média, de 48,4562, sendo que o valor máximo correspondeu a 84 processos.

Analisando os tempos da simulação conclui-se que:

- Tempo médio do processo: 65,2114 minutos.
- Tempo médio de espera: 722,26 minutos (cerca de 1 dia e 4 horas).
- Tempo médio total: 907,47 minutos (cerca de 1 dia e 7 horas).

Comparando com os cenários anteriores, consegue-se observar que o tempo médio do processo é menor no terceiro cenário. No entanto, os tempos médios de espera e total são superiores ao Cenário 2.

As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Reparação Interna do Equipamento e a Avaliação do Estado do Equipamento, com 984,36 minutos (2 dias e 4 minutos) e 979,86 minutos (2 dias e 3 minutos), respetivamente. Analisando as etapas

que tiveram mais processos em espera, observa-se que a Avaliação do Estado do Equipamento e a Reparação Interna do Equipamento (as mesmas que foram anteriormente referidas), foram as que apresentam um número maior.

Por último, e considerando o segundo gráfico presente no relatório, constata-se que os recursos que foram mais vezes utilizados foram a Engenheira do SIE e a Secretária responsável pela Criação da GRP.

#### Cenário 4 – Aumento do número de Engenheiros do SIE e dos colaboradores da secretaria do SIE

Através da análise dos resultados das duas simulações anteriores (o Cenário 2 e o Cenário 3), considerou-se, que, para este quarto cenário seria interessante acrescentar um colaborador à Engenheira do SIE e um colaborador à Secretaria do SIE. Isto porque as etapas da responsabilidade destes dois recursos continuam a apresentar valores de tempo de espera e de processos em esperar maiores. Este cenário tenta otimizar os resultados obtidos nos casos anteriores.

Para proceder a esta simulação acrescentou-se um Engenheiro responsável pela Avaliação do Estado do Equipamento, enquanto que outro seria responsável pela Reparação Interna do Equipamento. Também se acrescentou um Secretário responsável pela Criação de GRP enquanto que o outro continuaria responsável pela Receção de Orçamentos. A *Figura 21* representa a simulação deste cenário.

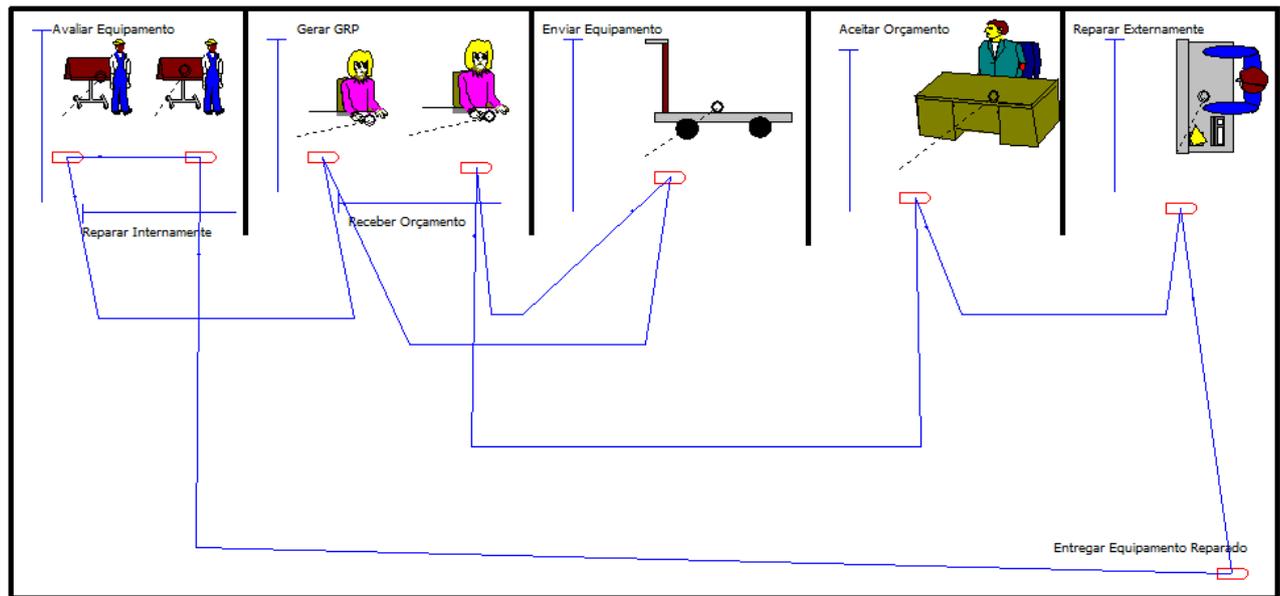


Figura 21 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois Engenheiros e dois colaboradores da secretaria do SIE.

Depois da representação e da simulação dos processos de manutenção de equipamentos médicos examinou-se o relatório fornecido pelo Arena, no qual se observaram os dados definidos previamente como importantes.

Neste cenário houve um aumento do número de entradas no sistema, passando para 152 e o número de saídas do sistema foi de 34. Conclui-se que apenas de 22,4% dos processos foram concluídos, este valor foi o mais baixo de todas as simulações estudadas. No mesmo sentido, o número de processos a decorrer em simultâneo foi, em média, de 61,2049, sendo que o valor máximo correspondeu a 119 processos. Estes valores também foram os mais elevados.

Por outro lado, os tempos médios de espera e total da simulação foram significativamente menores, que o Cenário 1 e o Cenário 3. Apresentando os seguintes valores:

- Tempo médio do processo: 74,2326 minutos.
- Tempo médio de espera: 525,95 minutos (cerca de 1 dia e 76 minutos).
- Tempo médio total: 720,19 minutos (cerca de 1 dia e 4 horas).

As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Reparação Interna do Equipamento e o Envio do Equipamento para a Empresa, com 1135,18 minutos (2 dias e 3 horas) e 1201,10 minutos (2 dias e 4 horas), respetivamente. Analisando as etapas que

tiveram mais processos em espera, observa-se que a Reparação Interna do Equipamento e o Envio do Equipamento para a Empresa (as mesmas que foram anteriormente referidas), foram as que apresentam um número maior.

O último parâmetro analisável era o uso dos intervenientes, e através da observação do gráfico presente no relatório e nos dados obtidos, constata-se que a Engenheira que procede à Avaliação do Estado do Equipamento e o colaborador da Secretaria do SIE responsável pela Criação da GRP, foram aqueles que foram mais vezes utilizados.

### Cenário 5 – Aumento do número de colaboradores da empresa externa

Apesar de o parâmetro Empresa ser um parâmetro externo à Unidade Local de Saúde, no quinto cenário escolheu-se modificá-lo e aumentar o número de colaboradores na mesma. Isto porque os dados recolhidos nas simulações anteriores corroboram a ideia de que existem atrasos na Reparação dos Equipamentos Externamente. Como se pode observar pelos dados apresentados no relatório do Arena presente no Anexo 1, constata-se que o recurso Empresa apenas foi utilizado uma vez. Nos relatórios dos outros cenários o valor é exatamente o mesmo. Por estes motivos, este quinto cenário apresenta dois Engenheiros, dois colaboradores da Secretaria e dois colaboradores da Empresa Externa.

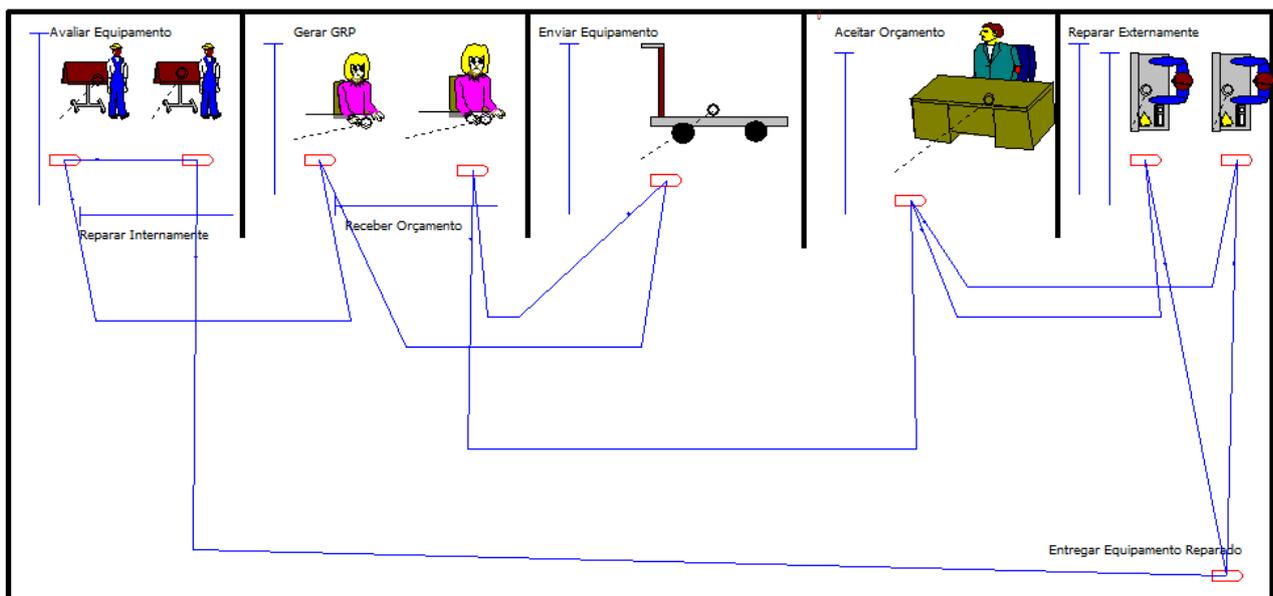


Figura 22 - Simulação do processo de manutenção de equipamentos médicos com dois Engenheiros, dois colaboradores da secretaria do SIE e dois colaboradores da Empresa Externa.

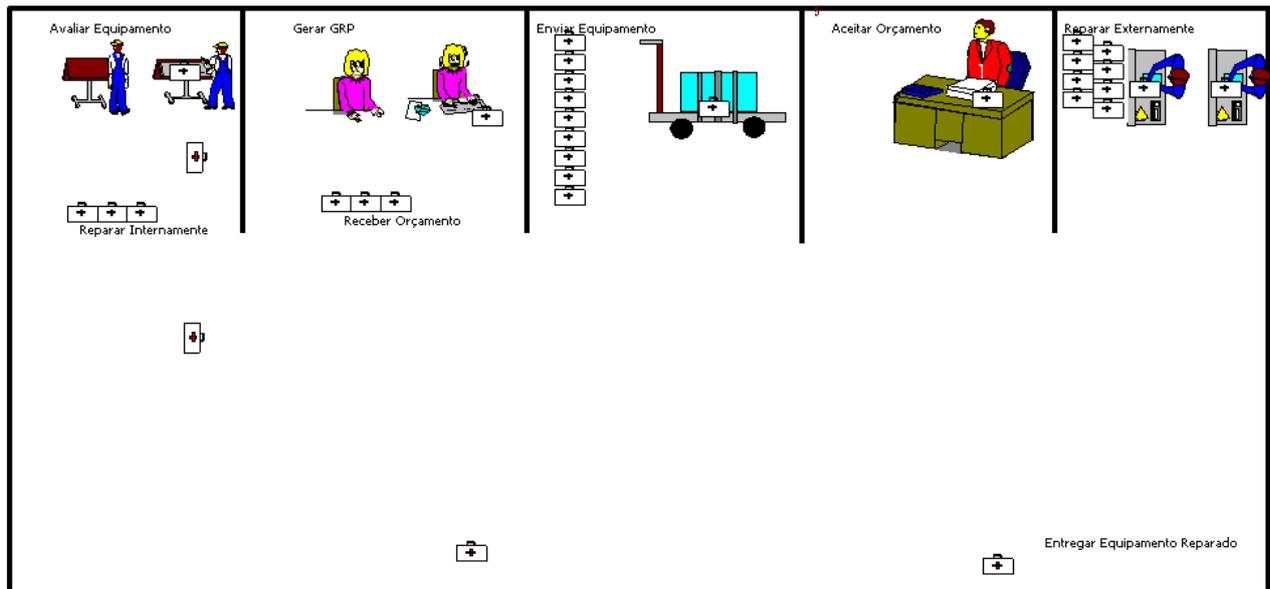


Figura 23 - Exemplo dos processos de manutenção em curso e respetivos atrasos nas etapas do mesmo.

No cenário em análise, o número de entradas e de saídas do sistema foi de 141 e 36, respetivamente. Com isto conclui-se que apenas cerca de 25,5% dos processos foram concluídos. Por outro lado, o número de processos a decorrer em simultâneo foi, em média, de 48,1253, sendo que o valor máximo correspondeu a 105 processos.

Analisando os tempos da simulação conclui-se que:

- Tempo médio do processo: 69,4816 minutos.
- Tempo médio de espera: 251,85 minutos (cerca de 4 horas).
- Tempo médio total: 441,33 minutos (cerca de 7 horas e 35 minutos).

Os tempos médios de espera e total no cenário 5 foram aqueles que apresentaram os valores mais baixos, com isto resolvendo os processos mais rapidamente.

As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Receção do Orçamento e a Reparação Interna do Equipamento, com 893,35 minutos (1 dia e cerca de 7 horas) e 644,48 minutos (1 dia e cerca de 3 horas), respetivamente. Analisando as etapas que tiveram mais processos em espera, observa-se que o Envio do Equipamento para a Empresa Externa e a Reparação Interna do Equipamento, foram as que apresentam um número maior.

O último parâmetro analisável era o uso dos intervenientes. Neste cenário em particular, este parâmetro era um ponto importante de análise, visto que se pretendia

umentar o uso do recurso da Empresa. Através da observação do gráfico presente no relatório e nos dados obtidos, constata-se que a Engenheira que procede à Avaliação do Estado do Equipamento e o colaborador da Secretaria do SIE responsável pela Criação da GRP foram mais vezes utilizados. Por outro lado, os colaboradores da Empresa Externa foram utilizados apenas uma vez. No entanto, como existem dois colaboradores, e cada um deles foi utilizado uma vez, foi possível dar andamento a dois processos que necessitam de intervenção externa.

### Cenário 6 – Diminuição dos tempos das etapas “Gerar GRP” e “Aceitação do Orçamento”

No último cenário elaborado para este estudo, decidiu-se que se iria mexer nos parâmetros internos do processo, ou seja, tentar-se-ia diminuir os tempos despendidos nas etapas Criação da GRP e Aceitação do Orçamento. Para tal estimou-se que estes processos iria ocorrer entre 5 e 15 minutos o primeiro, e 30 minutos a duas horas a segunda etapa.

Para esta simulação utilizou-se o esquema de intervenientes do Cenário 4, com dois Engenheiros e dois colaboradores da Secretaria do SIE.

Após se proceder à representação e simulação dos processos de manutenção de equipamentos médicos, analisou-se o relatório fornecido pelo Arena. Neste observou-se os dados previamente referidos como importantes.

No cenário em análise, o número de entradas e de saídas do sistema foi de 116 e 39, respetivamente, ou seja, cerca de 33,6% dos processos foram concluídos, sendo este o valor mais alto de todas as simulações. Por outro lado, o número de processos a decorrer em simultâneo foi, em média, de 39,4490, sendo que o valor máximo correspondeu a 79 processos. Estes resultados, também foram os menores, provando que se certas etapas foram mais rápidas, os processos circularam com mais fluidez e serão mais rápidos.

Analisando os tempos da simulação conclui-se que:

- Tempo médio do processo: 65,0870 minutos.
- Tempo médio de espera: 317,72 minutos (cerca de 5 horas e 30 minutos).
- Tempo médio total: 502,81 minutos (cerca de 1 dia e 40 minutos).

Comparando com os cenários anteriores, consegue-se observar que o tempo médio do processo neste último cenário é o menor de todos. No entanto, os tempos médios de espera e total são menores no cenário 5, em que se altera o número de colaboradores da empresa externa.

As duas etapas que apresentam o maior tempo de espera são a Receção do Orçamento e o Envio do Equipamento para a Empresa, com 946,11 minutos (1 dia, 7 horas e 77 minutos) e 870,68 minutos (1 dia, 6 horas e 51 minutos), respetivamente. Analisando as etapas que tiveram mais processos em espera, observa-se que o Envio do Equipamento para a Empresa e a Reparação Interna do Equipamento, foram as que apresentam um número maior.

Por último, e considerando o gráfico e dados presentes no relatório constata-se que os intervenientes que foram mais vezes utilizados foram a Engenheira que procede à Avaliação do Estado do Equipamento e a Secretária responsável pela Criação da GRP.

## Conclusões

Observando os cenários simulados através do Software Arena e o gráfico representado na *Figura 24*, conclui-se que a situação que representa os processos de manutenção de equipamentos médicos com os melhores resultados é o Cenário 5 - Aumento do número de colaboradores da empresa externa. No entanto, este caso é complicado de ser implementado visto apresentar uma modificação externa à entidade hospitalar. Por outro lado, seria possível acrescentar colaboradores às Engenheiras do SIE e à Secretaria do serviço com vista a diminuir os tempos envolvidos nas etapas da responsabilidade destes intervenientes.

O Cenário 6 é o cenário ideal em que se diminui o tempo de criação das Guias de Reparação e de análise e aceitação de orçamentos. Apesar dos resultados serem positivos existe a contraindicação de colocar em causa a qualidade e garantia do trabalho por parte dos intervenientes em questão (secretaria do SIE e gestores de departamento).

Posto isto, o cenário a considerar adotar no contexto hospitalar com vista a otimizar resultados na manutenção de equipamentos médicos e com isto diminuir os processos é o Cenário 2 em que se acrescenta colaboradores às Engenheiras do Serviço de Instalações e Equipamentos.

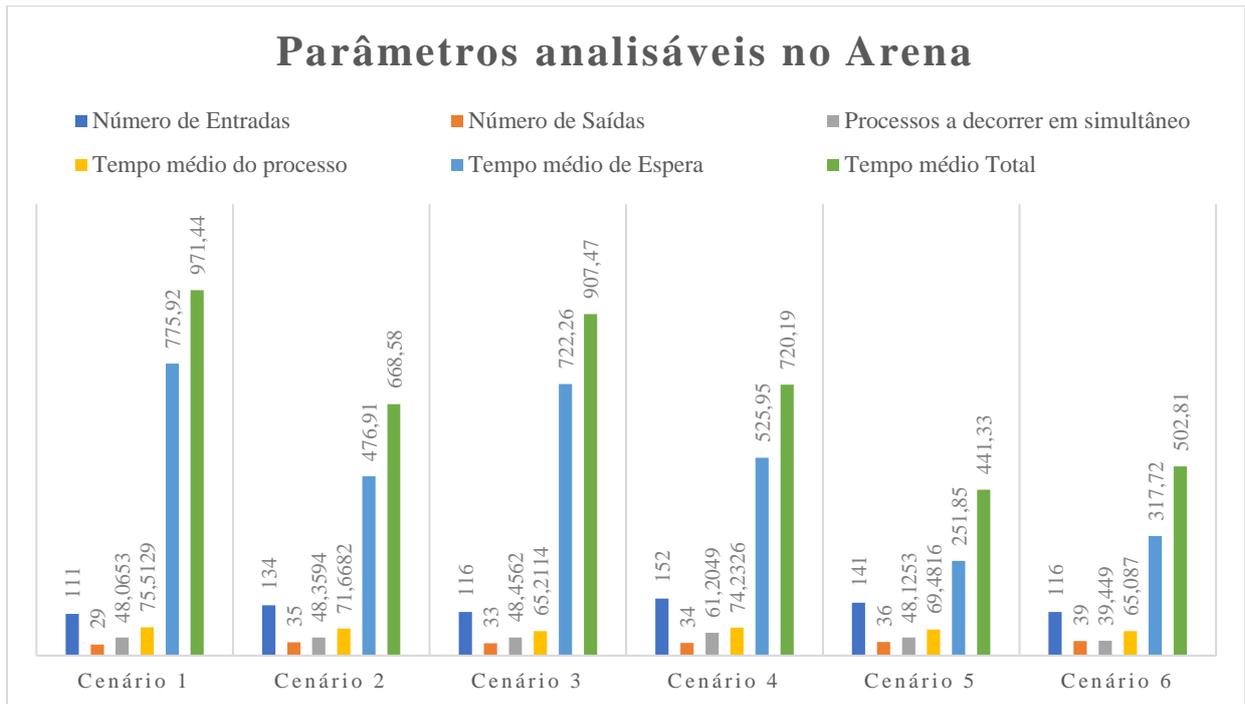


Figura 24 – Comparação dos parâmetros analisáveis pelo Software Arena dos cenários testados.

Observando a *Figura 24*, constata-se que o Cenário 2 apresenta os melhores resultados, na medida em que os tempos médios dos processos, de espera e total são os menores (tendo em conta as situações referidas anteriormente). Este cenário também apresenta um número de saídas elevado, com cerca de 26% dos processos de manutenção a serem concluídos.



Analisando a *Figura 25* entende-se que os equipamentos que sofrem um maior número de intervenções são: as Bombas Perfusoras, os Monitores de Sinais Vitais (MSV), os Aparelhos de Fototerapia, os Ventiladores, os Esfigmomanómetros e os Desfibrilhadores.

### *Bombas Perfusoras*

As bombas perfusoras são equipamentos médicos que, segundo o IPQ, “*auxiliam na administração intermitente ou contínua de líquidos em pacientes adultos, pediátricos ou neonatais*”. As bombas podem ser de três tipologias distintas dependendo do líquido que pretendem administrar (como por exemplo fármacos, alimentação ou sangue). Posto isto, as bombas podem ser Volumétricas, com Seringa ou Elastoméricas [11].



*Figura 26- Bomba Perfusora B BRAUN Infusomat fmS, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.*

Durante o período de observação levado a cabo para este estudo, contabilizaram-se 47 pedidos de manutenção de Bombas Perfusoras, cada pedido com uma justificação associada (observar *Figura 27*).

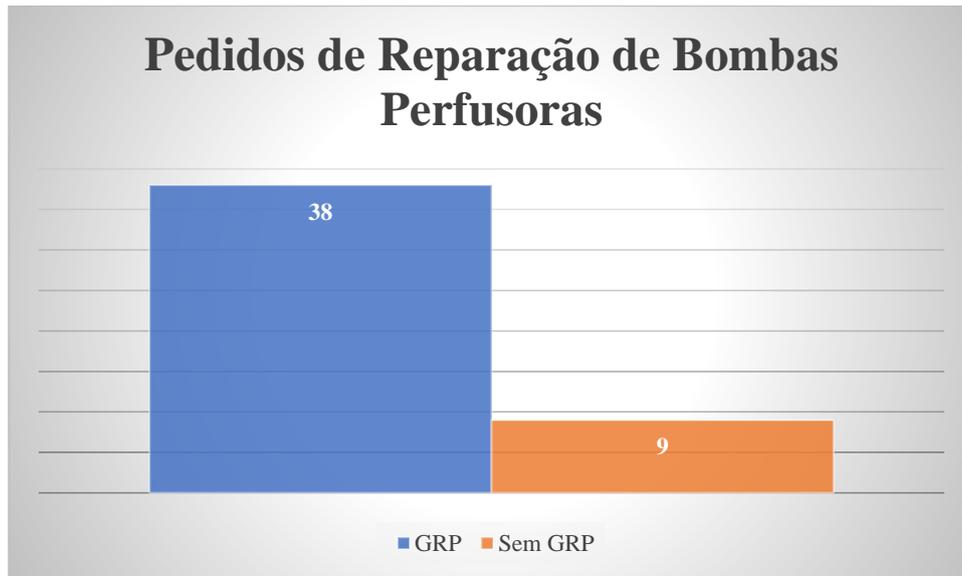


Figura 27 – Número total de Pedidos de Manutenção Interna (sem GRP) e Externa (GRP) das Bombas Perfusoras.

Do número total de pedidos de manutenção a Bombas Perfusoras, 38 deles foram direcionados para empresas externas, com GRP e os restantes 9 foram resolvidos internamente.

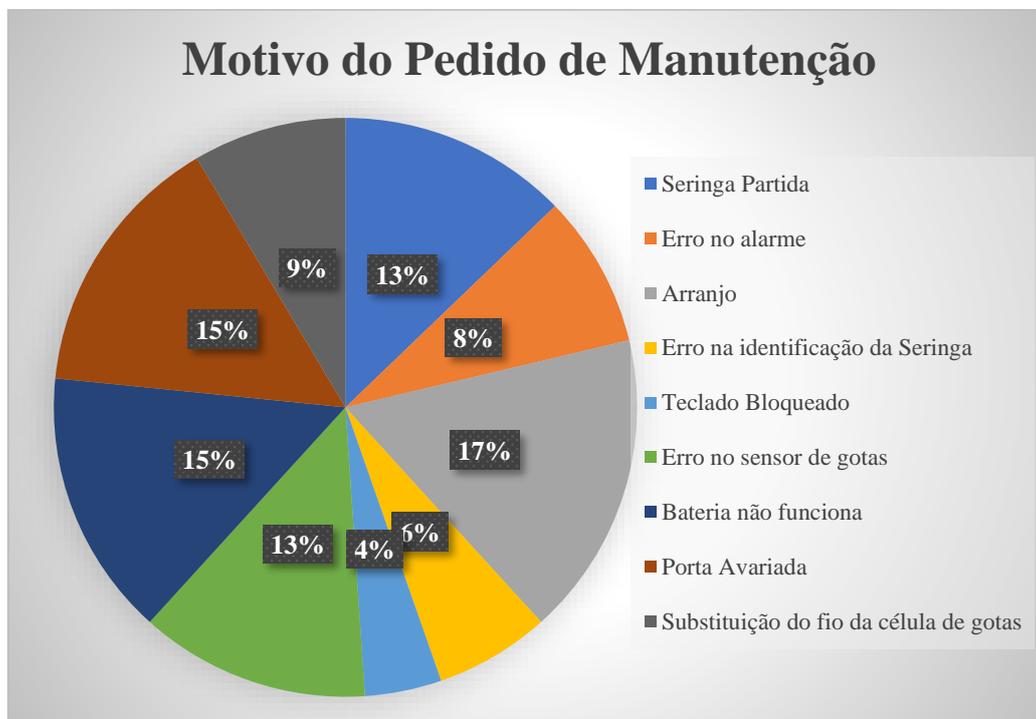


Figura 28- Motivos de pedidos de manutenção a Bombas Perfusoras.

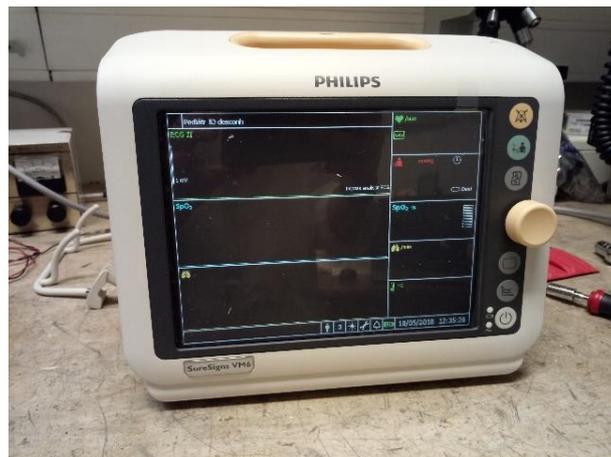
Foram vários os motivos dos pedidos de manutenção, sendo os que representaram maior percentagem os seguintes: “Arranjo” sem descrição do tipo de arranjo, com cerca de 17% dos pedidos de manutenção; “Bateria não funciona”; e “Porta Avariada”, os últimos com 15% do número de pedidos. No gráfico representado pela *Figura 28* observam-se os motivos do pedido de manutenção.

### *Monitores de Sinais Vitais*

Estes equipamentos médicos representam gráfica e numericamente os valores de parâmetros fisiológicos como o batimento cardíaco, a temperatura corporal do paciente, a saturação de oxigénio no sangue, a pressão arterial, e também uma representação do Eletrocardiograma do paciente [35].

Este equipamento indica os principais parâmetros utilizados na avaliação da condição de um paciente e auxilia os profissionais de saúde nas suas atividades diárias, de modo que a sua eficácia deve ser excelente e por isso garantida por manutenções preventivas. No entanto, quando ocorre uma falha procede-se à realização de manutenção corretiva.

Na *Figura* seguinte mostra a fotografia do MSV Philips SureSigns VM6 na bancada de reparação do SIE.



*Figura 29* - Monitor de Sinais Vitais PHILIPS SureSigns VM6, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.

Os Monitores de Sinais Vitais foram o equipamento que mais pedidos de manutenção teve, contabilizaram-se 93 pedidos de manutenção. Um dos motivos para o

elevado número de requisições para intervenção que este equipamento apresenta, está relacionado com o facto de os MSV serem fundamentais para a avaliação do estado do doente.

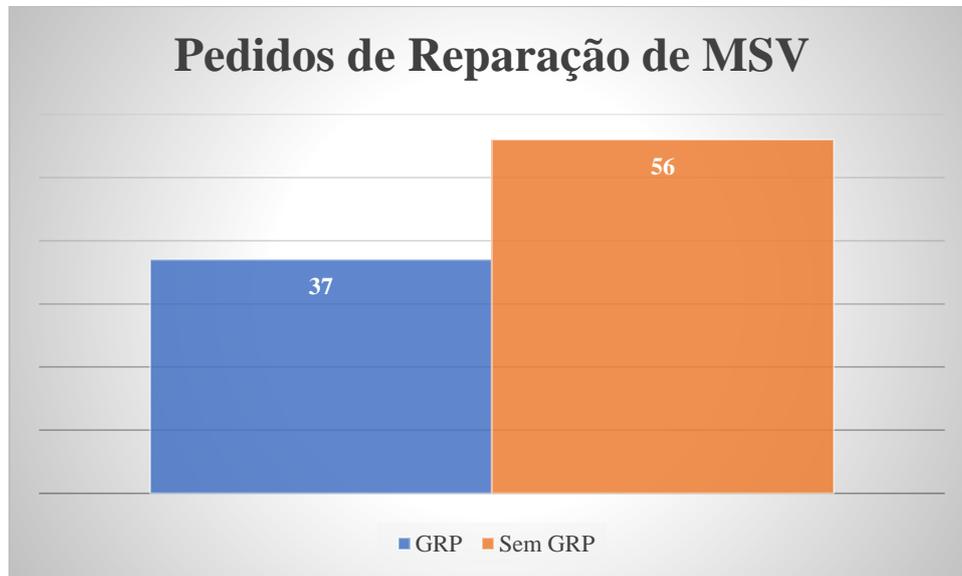


Figura 30 - Número total de Pedidos de Manutenção Interna (sem GRP) e Externa (GRP) dos Monitores de Sinais Vitais.

Tal como é visível na *Figura 30*, a maioria dos pedidos de reparação de MSV foi resolvida internamente (56 pedidos), enquanto que os restantes 37 foram direccionados a empresas com contrato ou subcontratadas para a manutenção.

Os Monitores de Sinais Vitais são também dos poucos equipamentos médicos que se encontram presentes em todos os serviços da Unidade de Saúde. Juntamente com os MSV encontram-se as Bombas Perfusoras, os Esfigmomanómetros e os Desfibrilhadores.

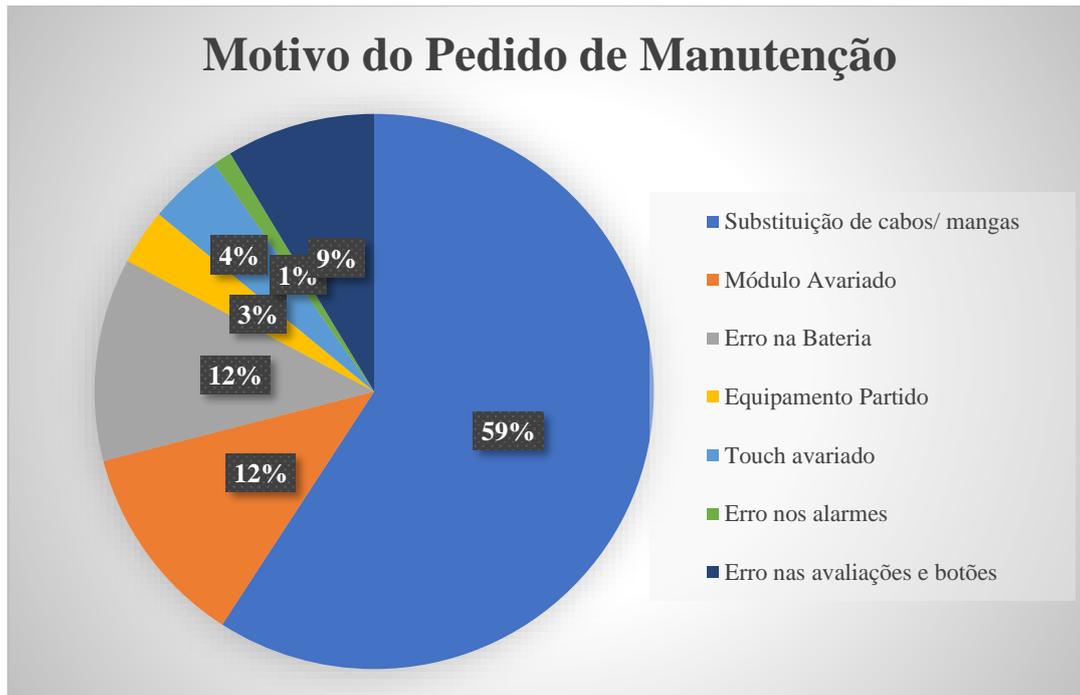


Figura 31 - Motivos de pedido de manutenção a Monitores de Sinais Vitais.

Através da observação da *Figura 31* apura-se que cerca de 60% dos pedidos de manutenção dos Monitores de Sinais Vitais estão relacionados com a “Substituição de cabos (SpO<sub>2</sub>, NIBP e ECG) ou de mangas” de pressão arterial. O cabo de SpO<sub>2</sub> avalia a saturação de oxigénio no sangue. O cabo de NIBP está associado à medição de pressão arterial. E, por último, o cabo de ECG representa o Eletrocardiograma do doente.

Para além da substituição de cabos/mangas, o “Erro na Bateria” e “Módulo Avariado” são os principais motivos dos pedidos de manutenção do equipamento, ambos com cerca de 12% dos pedidos.

### *Aparelhos de Fototerapia*

Os Aparelhos de Fototerapia são utilizados para o tratamento de icterícia. Este problema é comum em recém-nascidos, os quais apresentam uma coloração amarela na pele e nos olhos [36]. A terapia é indicada pelo pediatra e pode durar várias horas ou dias.

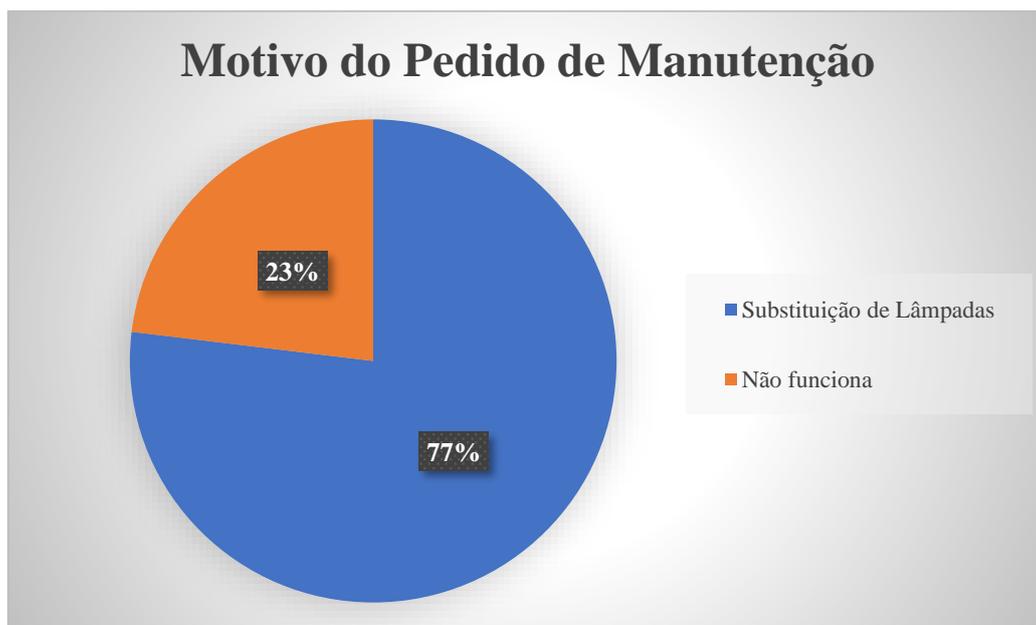
Os aparelhos têm lâmpadas fluorescentes que irradiam luz azul benéfica ao tratamento. Uma vez que a luz irradiada é ultravioleta, os recém-nascidos têm de ser protegidos com proteções oculares.

Na ULSM existem diferentes tipos de aparelhos de fototerapia como mostra a *Figura 32*: os aparelhos onde as lâmpadas estão seguras num suporte a colocar por cima do berço; e os *Bilibed*, aparelhos onde as lâmpadas se colocam na base sobre a qual os RN serão colocados.



*Figura 32- Aparelho de Fototerapia e Aparelho de Fototerapia Bilibed, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.*

Os Aparelhos de Fototerapia somaram 13 pedidos de manutenção. A totalidade dos pedidos de manutenção deste tipo de equipamento médico foi resolvida pelas Engenheiras do Serviço de Electromedicina do Serviço de Instalações e Equipamentos.



*Figura 33- Motivos de pedido de manutenção a Aparelhos de Fototerapia.*

Os dois motivos dos pedidos de manutenção foram: “Substituição de Lâmpadas” com 77% dos casos e “Não funciona” sem descrição do erro, com 23% do número de pedidos de intervenção.

Os equipamentos em questão apresentam contadores que indicam qual o tempo de duração das lâmpadas colocadas. Estes contadores são reprogramáveis para que os técnicos responsáveis pela manutenção do aparelho possam reiniciar uma nova contagem aquando da colocação de lâmpadas novas. As lâmpadas dos aparelhos de fototerapia podem alcançar as 1500 horas, sendo que após esse período a capacidade de irradiação baixa significativamente, daí ser necessário a substituição. Este fator é a principal causa da elevada percentagem apresentada na *Figura 33*.

### *Ventiladores*

Os ventiladores pulmonares são equipamentos médicos que auxiliam a respiração dos pacientes, por isso são ligados às vias aéreas do utente, fornecendo ventilação aos pulmões. No entanto, os ventiladores do BO cuja fotografia está representada na *Figura 34*, são utilizados com outro propósito clínico, ou seja, a sedação dos pacientes aquando de uma intervenção cirúrgica [37].



*Figura 34- Ventilador de BO Aisys Carestation Datex-Ohmeda, presente no Serviço de Cirurgia do HPH.*

O número total de pedido de manutenção de Ventiladores, durante o período de observação no Hospital Pedro Hispano, foi de 12 pedidos. Contrariamente ao que aconteceu nos Aparelhos de Fototerapia, as manutenções dos Ventiladores foram todas entregues a empresas externas à Unidade Local de Saúde de Matosinhos.

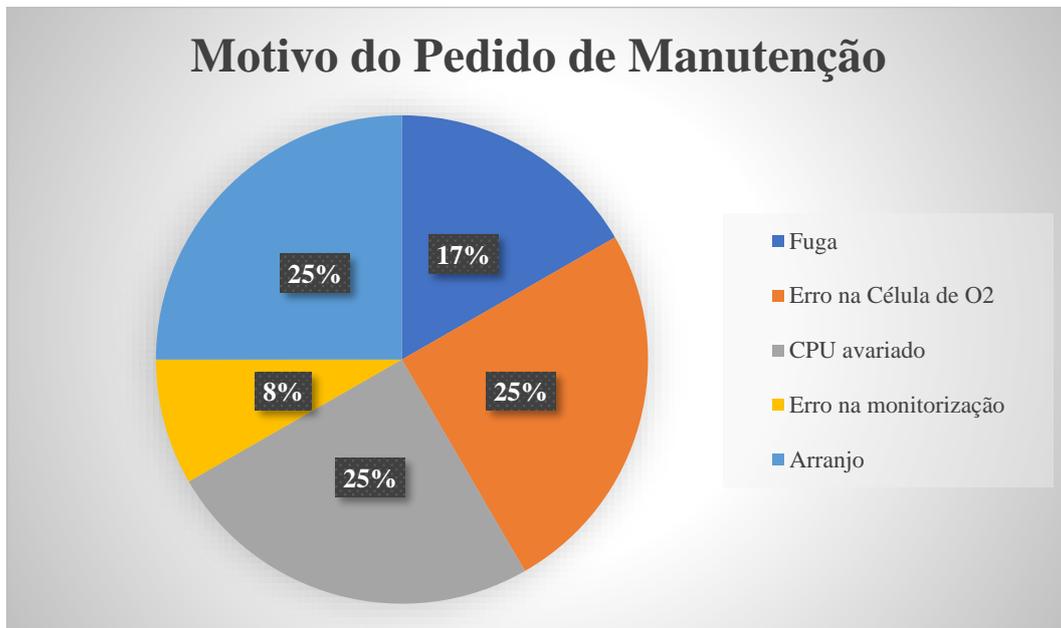


Figura 35- Motivos de pedido de manutenção a Ventiladores.

É possível observar, pela *Figura 35*, que existiram 5 motivos diferentes para realizar uma requisição de manutenção aos Ventiladores da ULSM. Dos cinco motivos para a intervenção em Ventiladores, aqueles que se destacam são: “Erro na Célula de O2”, “CPU avariado” e “Arranjo” (também sem descrição do tipo de arranjo). Cada um destes motivos teve uma percentagem de 25% do total do número de pedidos de manutenção.

### *Esfigmomanómetros*

Estes equipamentos auxiliam na determinação do valor da pressão arterial não invasiva e pode ser dividido em duas categorias: digital ou analógico.

O esfigmomanómetro analógico é composto por uma braçadeira insuflável, um manómetro e uma válvula de exaustão. O esfigmomanómetro digital, presente na *Figura 36*, acrescenta um parâmetro ao esfigmomanómetro analógico que é o valor dos batimentos cardíacos.

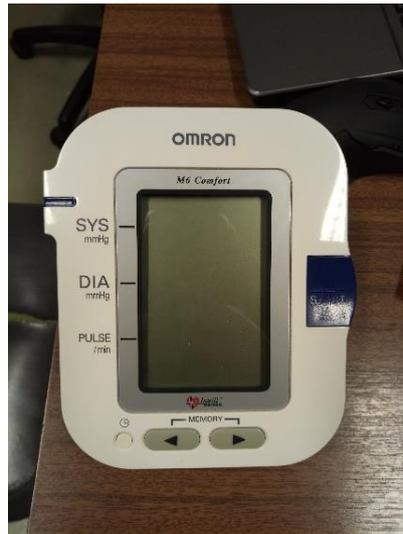


Figura 36 - Esfigmomanómetro Digital OMROM M6 Confort, presente no Serviço de Electromedicina do HPH.

Os Esfigmomanómetros, tal como os MSV são equipamentos que auxiliam na determinação do estado de saúde do paciente. Estes equipamentos encontram-se disponíveis em todos os serviços da Unidade Local de Saúde de Matosinhos. Foi contabilizado um total de 18 pedidos de manutenção a estes equipamentos médicos, sendo que 17 pedidos foram destinados ao Serviço de Electromedicina e apenas 1 foi direccionado para uma empresa subcontratada.

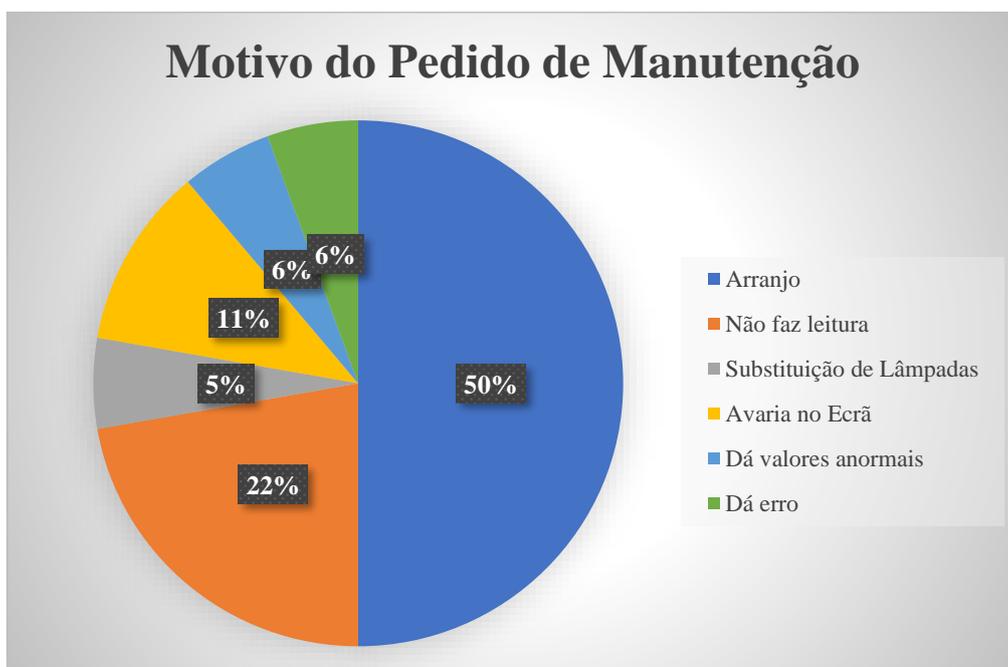


Figura 37 - Motivos de pedido de manutenção a Esfigmomanómetros.

Existiram vários motivos para a intervenção nos equipamentos em questão. No entanto, aquele que apresentou uma taxa maior foi o “Arranjo”, com 50% dos pedidos.

Os motivos que apresentaram a menor percentagem foram: “Substituição de Lâmpadas”, “Dá erro” e “Dá valores anormais”. Estes motivos apenas tiveram 1 pedido associado.

### *Desfibrilhadores*

A desfibrilhação é uma terapia que restabelece o ritmo cardíaco normal através da aplicação de corrente elétrica no coração. Os Desfibrilhadores são equipamentos médicos que interpretam o ritmo cardíaco, produzem impulsos elétricos e aplica-os no coração com o propósito de reverter arritmias [38].



*Figura 38 – Desfibrilhador Manual PHILIPS HeartStart XL - M4735A, retirado de [39].*

Este equipamento pode ser dividido em manuais ou semiautomáticos. Os Desfibrilhadores Manuais (ver *Figura 38*) apenas funcionam se tiverem um utilizador capaz de reconhecer o ritmo cardíaco e aplicar o impulso elétrico. Os Desfibrilhadores Semiautomáticos (DAE) (ver *Figura 39*) são capazes de reconhecer o ritmo cardíaco e aplicar o impulso automaticamente, sendo que o utilizador apenas tem de pressionar o botão que permite decidir se é aplicado a corrente ou não [40].



Figura 39 – Desfibrilhador Automático Externo PARAMEDIC, retirado de [41].

Os Desfibrilhadores contabilizaram um total de 19 pedidos de manutenção. Destes 19 pedidos, 18 deles foram encarregues a empresas com contratos de manutenção e apenas 1 foi possível resolver internamente.

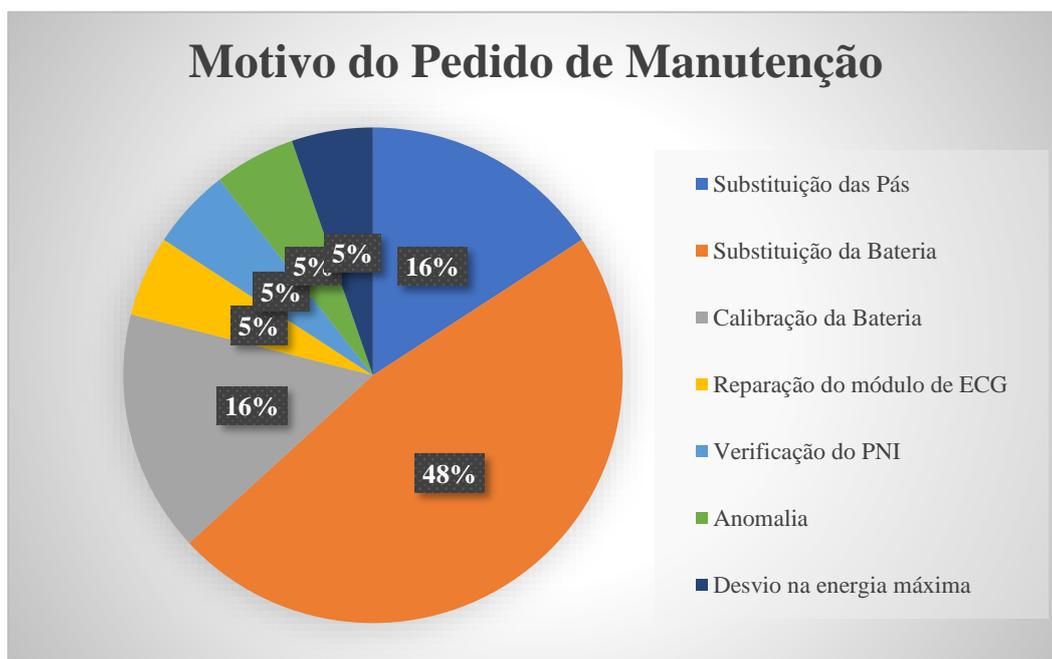


Figura 40 - Motivos de pedido de manutenção a Desfibrilhadores.

Através da observação da *Figura 40*, o motivo que apresenta uma maior percentagem dos pedidos de manutenção a Desfibrilhadores é “Substituição da Bateria”. Os outros dois maiores motivos são: “Substituição de Pás” e “Calibração da Bateria”.

Estes fundamentos foram descobertos após a realização de Manutenções Preventivas aos Desfibrilhadores da ULSM, que se realizam anualmente no final do ano.

## Análise por Serviço

A Unidade Local de Saúde de Matosinhos é uma união dos Hospital Pedro Hispano com o Agrupamento de Centros de Saúde, ou seja, engloba os Cuidados Hospitalares, Cuidados de Saúde Primários e Cuidados Continuados. Assim sendo, existe um elevado número de Serviços que fazem parte da ULSM.

Para a segunda parte da análise dos dados começou-se por traçar um gráfico que representa a dispersão do número de pedidos de manutenção de acordo com os Serviços da Unidade de Saúde.

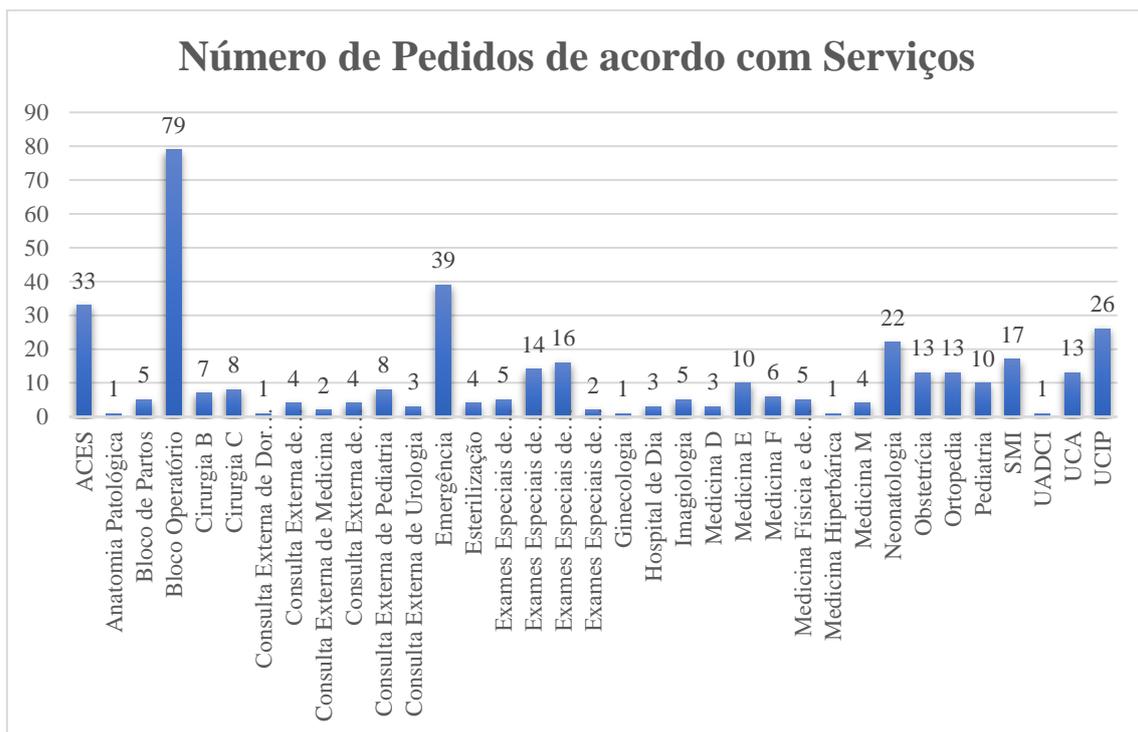


Figura 41- Número de Pedidos de Manutenção de EM de acordo com os Serviços da ULSM.

Considerando a *Figura 41*, depreende-se que os serviços com o maior número de pedidos de manutenção efetuados são: ACES, Bloco Operatório, Emergência, Neonatologia e Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente.

É compreensível que o ACES apresente um valor elevado, pois reúne todos os serviços presentes na *Tabela 1*.

Os outros quatro serviços são locais onde os utentes apresentam um estado crítico de saúde, sendo necessários maiores cuidados com os equipamentos de modo a que seja possível oferecer melhores condições aos utentes e, com isto, ser possível melhorar a qualidade de vida dos mesmos. Assim sendo, os profissionais dos serviços do Bloco Operatório, Emergência e Neonatologia são mais rigorosos com o estado dos equipamentos, levando-os a reparações constantemente.

Retomando os equipamentos médicos com maior taxa de intervenções realizou-se uma análise que compara o número de pedidos de manutenção dos equipamentos segundo o serviço requerente, obtendo-se os seguintes resultados:

#### *Bombas Perfusoras vs. Serviço*

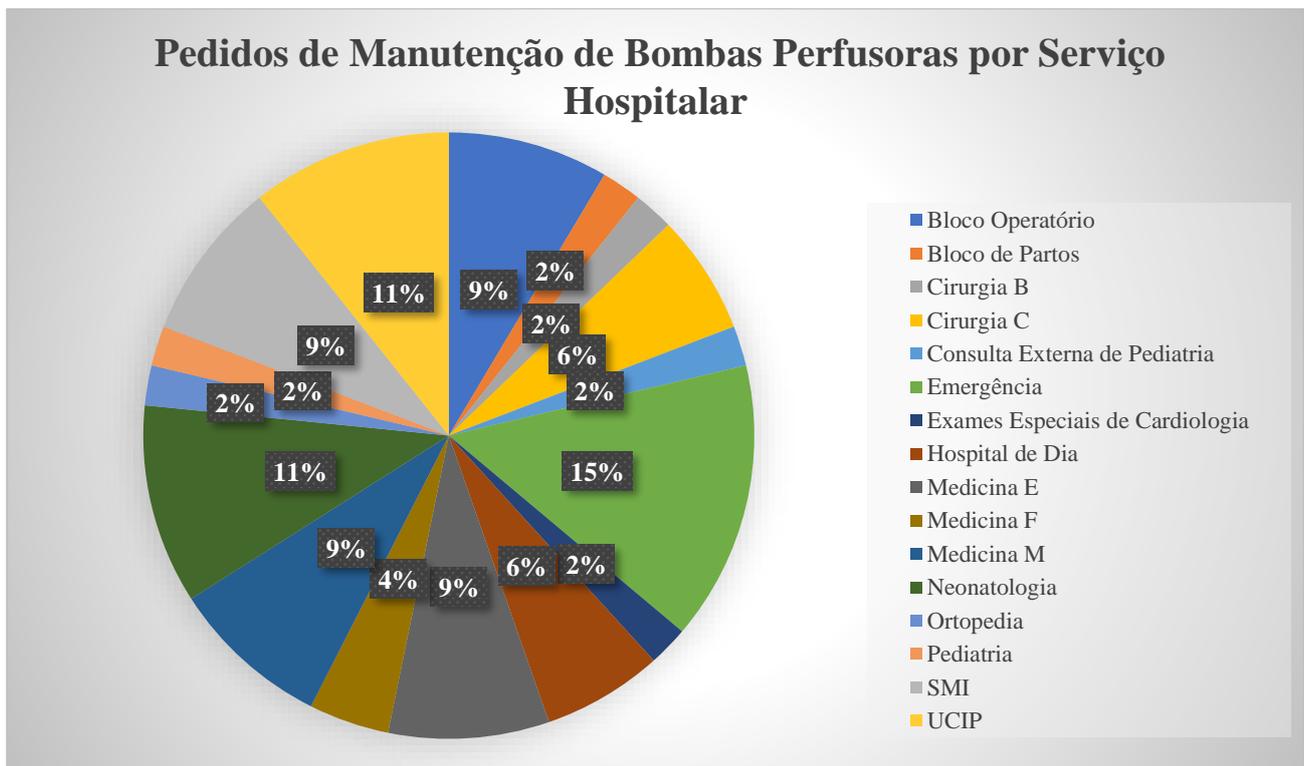


Figura 42 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Bombas Perfusoras por Serviço do HPH.

Na *Figura 42* está representado o gráfico que faz a ligação entre o número de pedidos de manutenção de Bombas Perfusoras com o Serviço Hospitalar requerente.

Conclui-se que os serviços que apresentam um maior número de avarias são aqueles cujos pacientes se encontram num estado mais crítico e que necessitam de um maior apoio para realizar as funções vitais. Estes serviços são a Emergência, UCIP (Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente) e a Neonatologia. A Emergência representa 15% do número de pedidos de manutenção e a UCIP e a Neonatologia representam 11%.

Analisando o número de requisições para intervenção a Bombas Perfusoras, infere-se que o Bloco de Partos, a Cirurgia B, Consulta Externa de Pediatria, Exames Especiais de Cardiologia, Ortopedia e Pediatria são os Serviços da Unidade Local de Saúde de Matosinhos com a menor percentagem apresentada. Cada um destes serviços apresenta 2% de pedidos de manutenção, o que corresponde a 1 pedido por serviço.

### Monitores de Sinais Vitais vs. Serviço

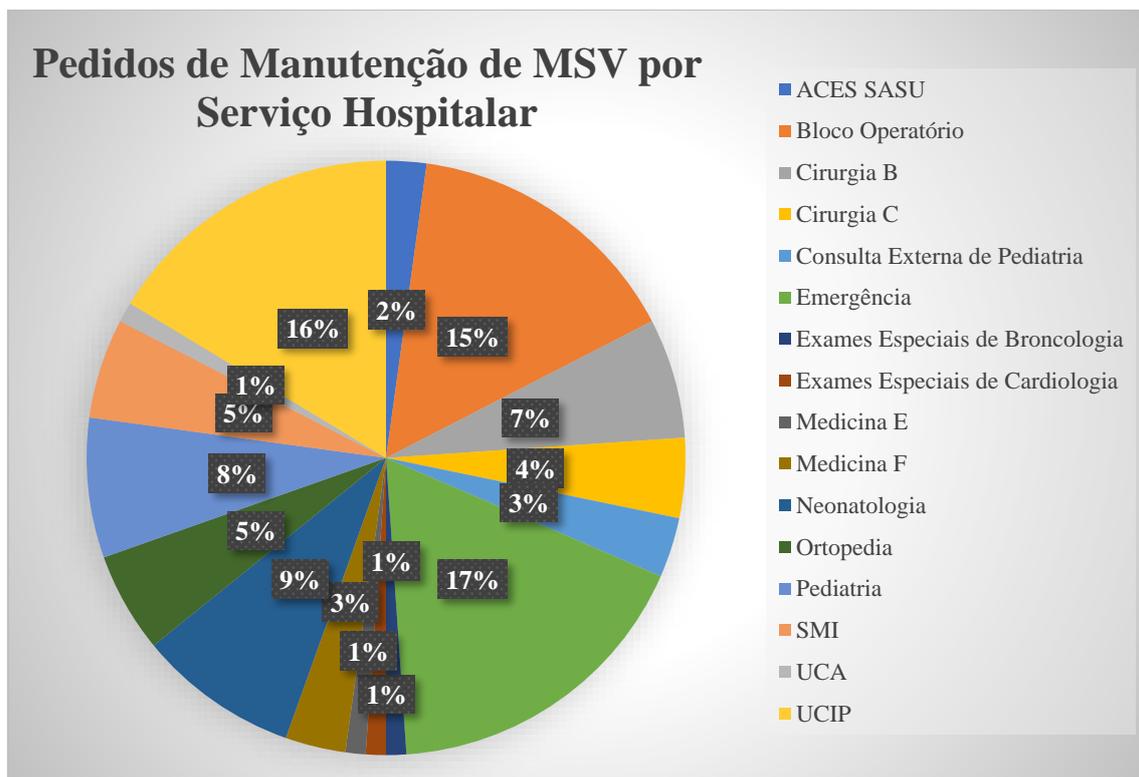


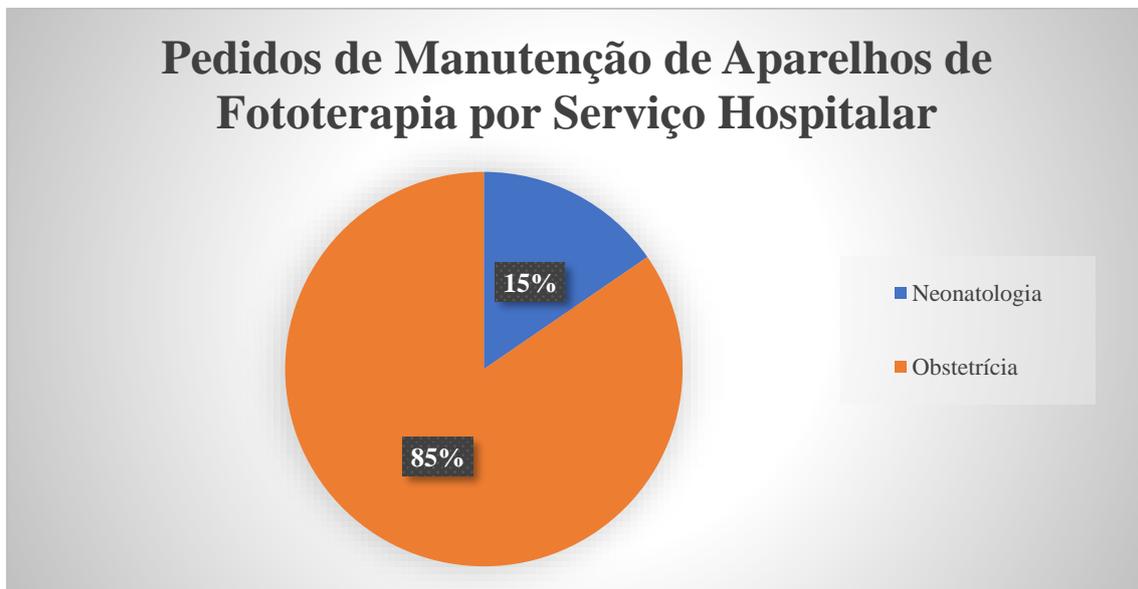
Figura 43 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Monitores de Sinais Vitais por Serviço do HPH.

Na Figura 43 está retratado o gráfico que associa a dispersão de pedidos de manutenção de Monitores de Sinais Vitais com o Serviço que realizou o pedido.

Tal como no caso apresentado anteriormente, constata-se que os serviços que apresentam um maior número de avarias são aqueles cujos pacientes necessitam de um maior acompanhamento e uma melhor avaliação dos seus parâmetros fisiológicos. Os serviços com maior percentagem de pedidos de reparação de MSV são a Emergência (17%), UCIP (16%) e o Bloco Operatório (15%).

Por outro lado, os serviços com a menor percentagem de pedidos de reparação de Monitores de Sinais Vitais são os Exames Especiais de Broncologia, Exames Especiais de Cardiologia, Medicina E e Unidade de Cirurgia de Ambulatório (UCA). Estes serviços efetuaram apenas 1 pedido de manutenção, o que corresponde a 1%.

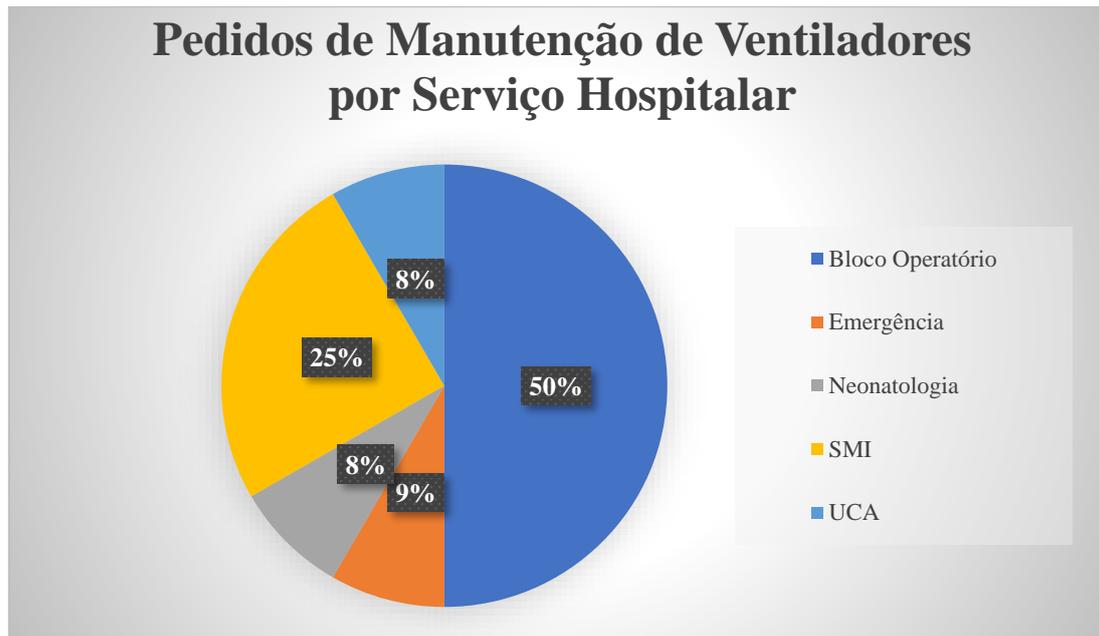
#### *Aparelhos de Fototerapia vs. Serviço*



*Figura 44 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Aparelhos de Fototerapia por Serviço do HPH.*

No caso dos Aparelhos de Fototerapia poucos serviços utilizam este tipo de equipamento. Na *Figura 44* observa-se que o serviço com a maior percentagem de pedidos é o serviço de Obstetrícia e o serviço com o menor número de requisições é o serviço de Neonatologia.

*Ventiladores vs. Serviço*



*Figura 45 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Ventiladores por Serviço do HPH.*

O Gráfico representado na *Figura 45* traduz a relação entre o número de pedidos de manutenção de Ventiladores e os Serviços Hospitalares.

O Serviço que efetuou o maior número de requisições foi o serviço do Bloco Operatório, representando 50% da quantia total, seguindo-se pelo Serviço de Medicina Intensiva (SMI) com 25%.

*Esfigmomanómetros vs. Serviço*

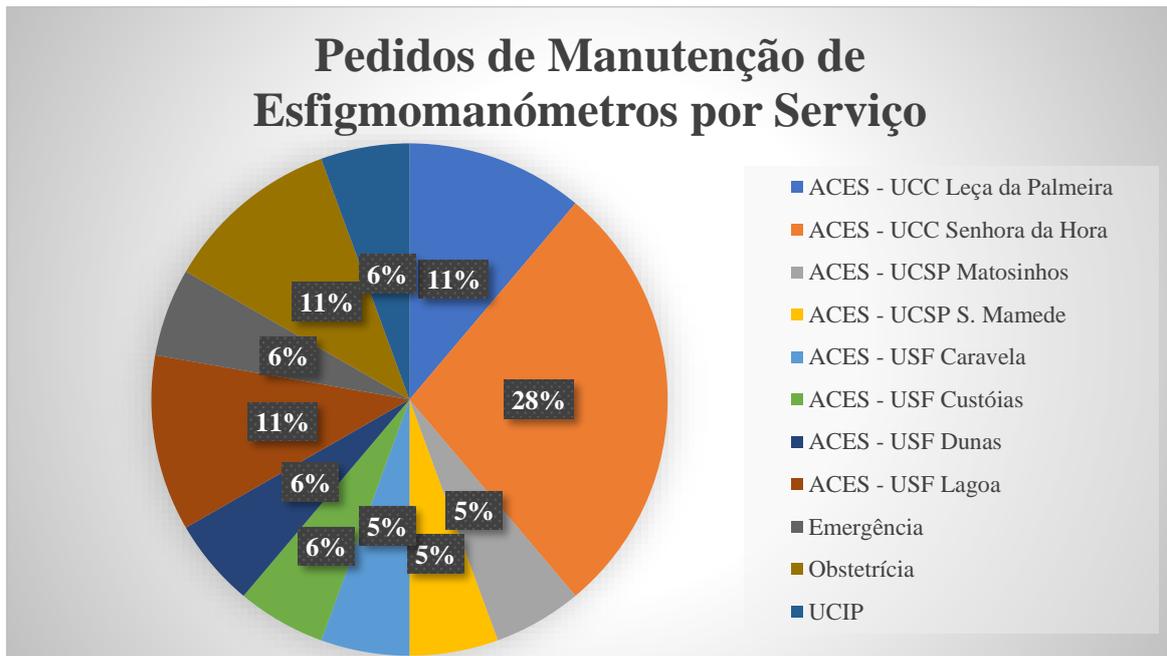


Figura 46 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Esfigmomanómetros por Serviço do HPH.

Apesar de os Esfigmomanómetros estarem presentes em todos os serviços da ULSM, a sua utilização é maior nos ACES (Agrupamentos de Centros de Saúde), pois nos outros serviços existem Monitores de Sinais Vitais que também avaliam a pressão arterial. Posto isto, constata-se que os serviços que realizaram mais pedidos de manutenção a Esfigmomanómetros foram as Unidades pertencentes aos ACES.

A Unidade de Cuidados na Comunidade (UCC) da Senhora da Hora efetuou o maior número de requisições, com 28%. Os serviços da UCC de Leça da Palmeira, Unidade de Saúde Familiar (USF) Lagoa e o serviço de Obstetrícia, foram os serviços que realizaram mais pedidos de manutenção a Esfigmomanómetros depois da UCC Sra. Hora, com cerca de 11% do total de pedidos.

### Desfibrilhadores vs. Serviço

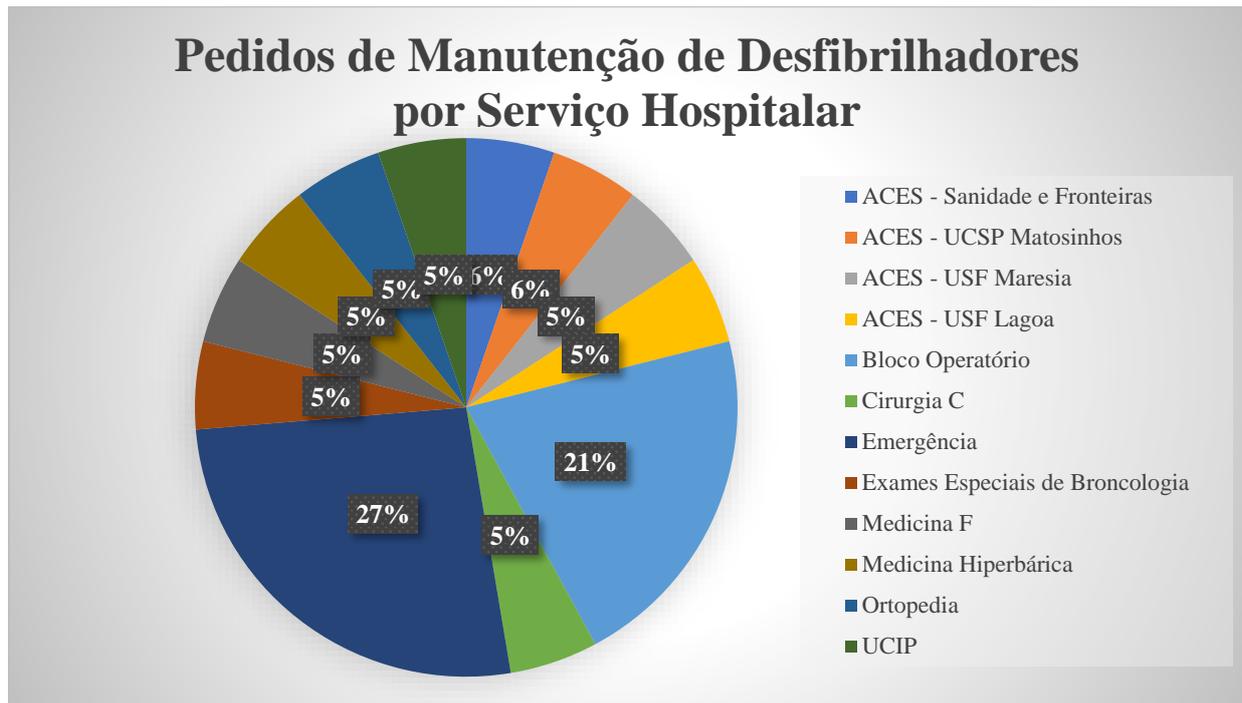


Figura 47 – Percentagem de Pedidos de Manutenção de Desfibrilhadores por Serviço do HPH.

Tal como no caso dos Monitores de Sinais Vitais e Esfigmomanómetros, os Desfibrilhadores são equipamentos médicos que se encontram em todos os serviços hospitalares. Desta forma é normal que existam vários serviços com pedidos de manutenção dos mesmos.

Os serviços que apresentaram maior taxa de pedidos foram o Bloco Operatório e a Emergência, com 21 e 27% dos pedidos, respetivamente. Os outros serviços apenas efetuaram um pedido de manutenção resultando numa percentagem muito baixa (5~6%).

### Análise por Empresa

Para que o bom funcionamento da Unidade Local de Saúde de Matosinhos seja garantido, existem várias empresas que têm contratos de manutenção para os diversos equipamentos médicos da unidade, outras não apresentam contratos, mas auxiliam em manutenções pontuais.

Das diversas empresas que apoiam o Hospital elegeram-se as quatro com maior número de pedidos de intervenções para analisar. Neste sentido, traçou-se o gráfico que representa a dispersão do número de pedidos de manutenção de acordo com a Empresa externa.

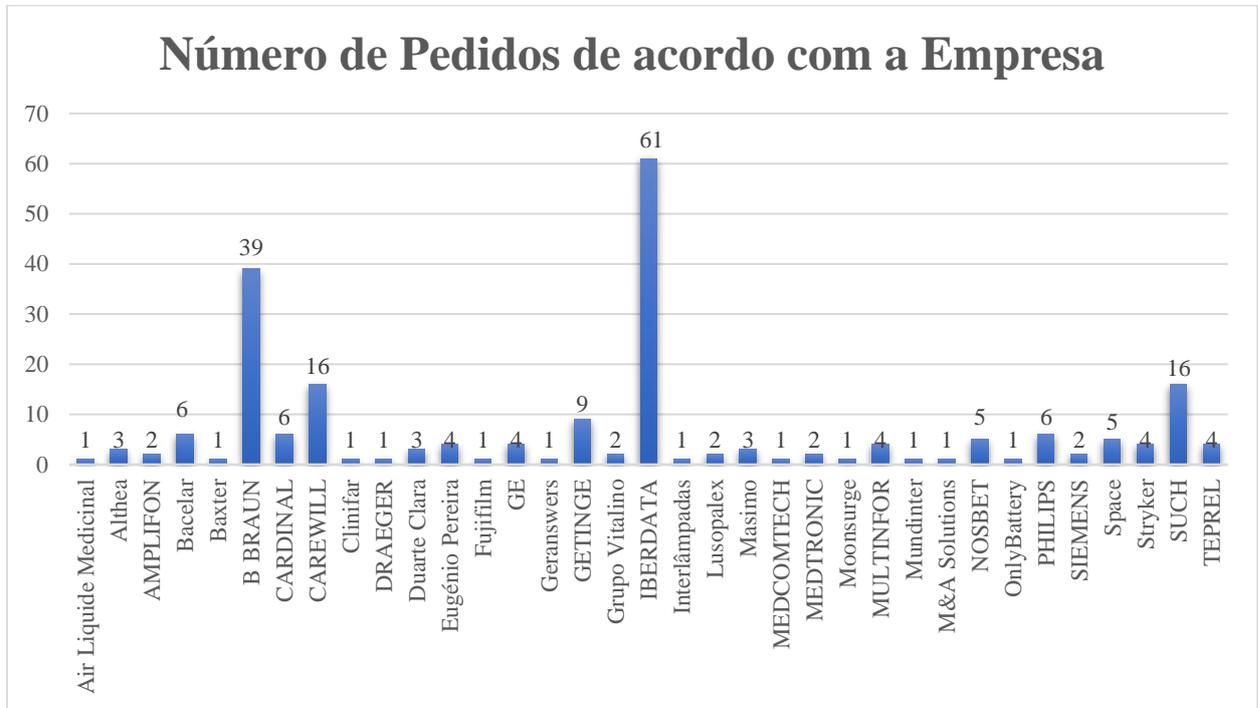


Figura 48- Número de Guias de Reparação em função das Empresas.

Atentando ao gráfico representado na *Figura 48*, verifica-se que as Empresas com maior número de pedidos de manutenção (GRP) são: IBERDATA, com 61 pedidos associados; BBraun, com 39 GRP's; e por último, SUCH e Carewill, ambas com 16 pedidos de manutenção.

### **IBERDATA**

A IBERDATA é uma empresa criada em 1982, que exerce a sua atividade em diversos países. Esta atividade consiste na distribuição de equipamento médico, assim como na sua manutenção e apoio pós-venda dos equipamentos e infraestruturas das instituições de saúde [42].

A IBERDATA foi a empresa com o maior número de pedidos de manutenção associado, contabilizando um total de 61 pedidos. Para uma melhor compreensão dos

dados recolhidos, traçaram-se dois gráficos: o primeiro que representa o número de pedidos associados à IBERDATA de acordo com o equipamentos, e o segundo que traduz a relação entre os serviços requerentes e a empresa em questão.

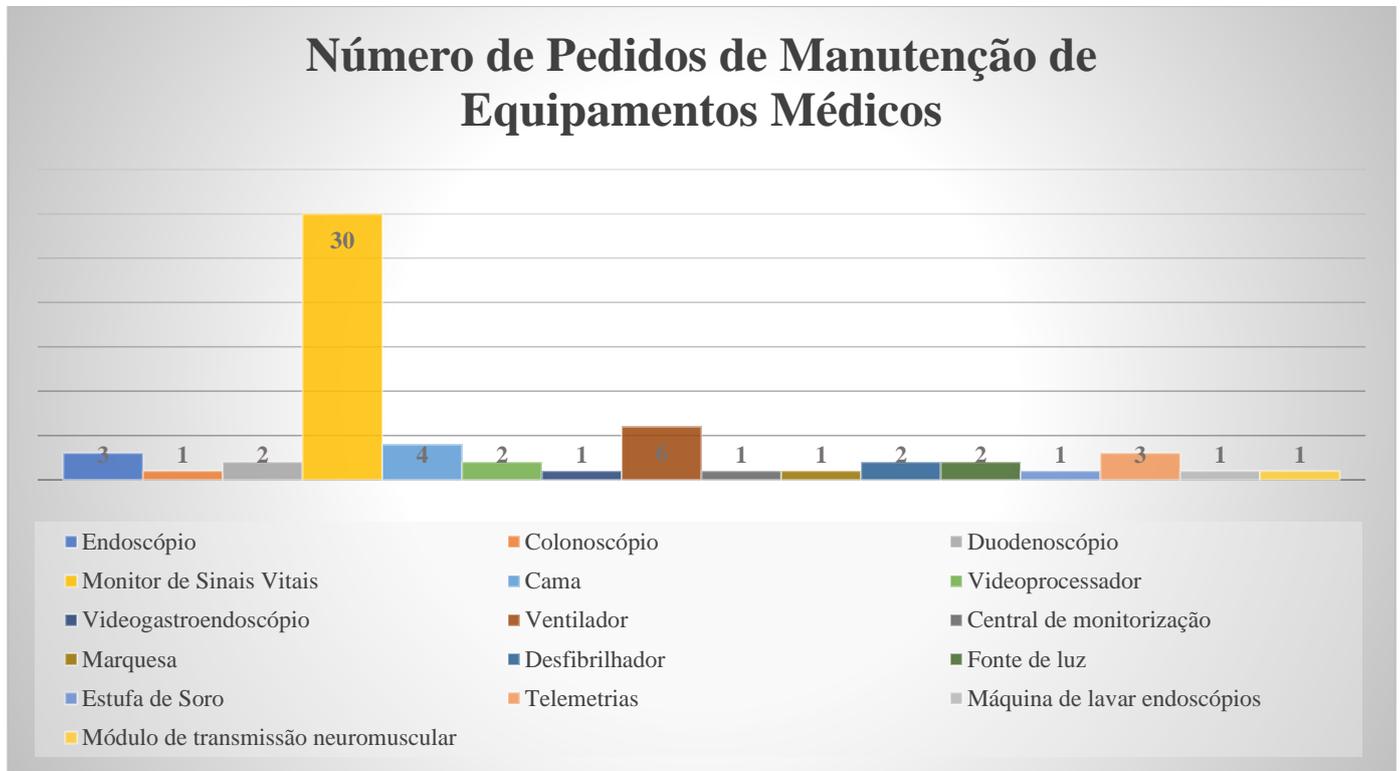


Figura 49 – Número de pedidos de manutenção de EM associados à IBERDATA.

No Gráfico presente na *Figura 49* é possível observar que os equipamentos médicos com o maior número de pedidos de intervenção são os Monitores de Sinais Vitais, com quase 50% dos pedidos. De seguida encontram-se os Ventiladores com 6 pedidos de manutenção.

Os MSV são os equipamentos médicos com maior número de Guias de Reparação destinadas à IBERDATA porque esta empresa assumiu um contrato anual para efetuar as manutenções dos mesmos, existindo algumas exceções como, por exemplo, equipamentos adquiridos e ainda em garantia.

Segundo os dados do subcapítulo “Análise por Equipamento – Monitores de Sinais Vitais”, recorda-se que do total de 92 pedidos de manutenção a MSV, 37 deles foram reencaminhados para empresas externas. Assim sendo, e sabendo que 30 pedidos

de manutenção a monitores de sinais vitais, conclui-se que a IBERDATA atendeu 81% das intervenções.

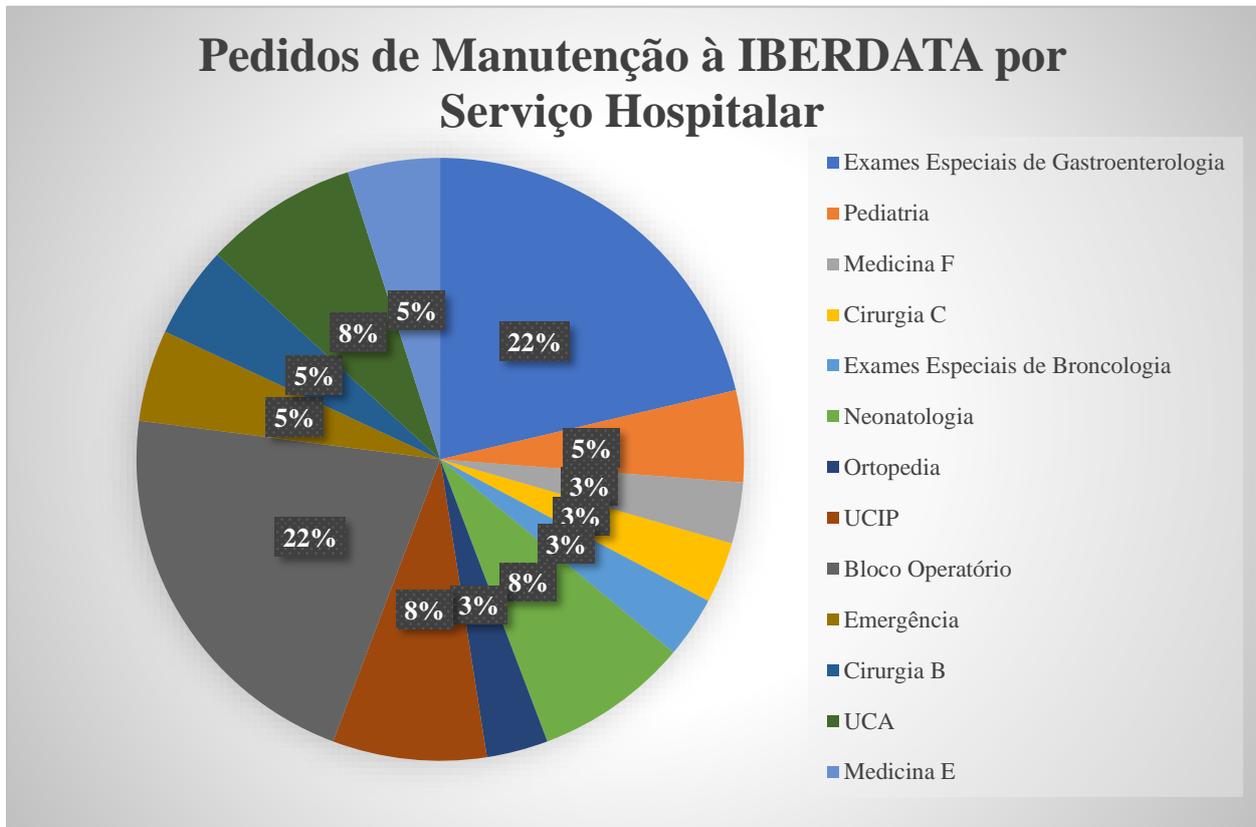


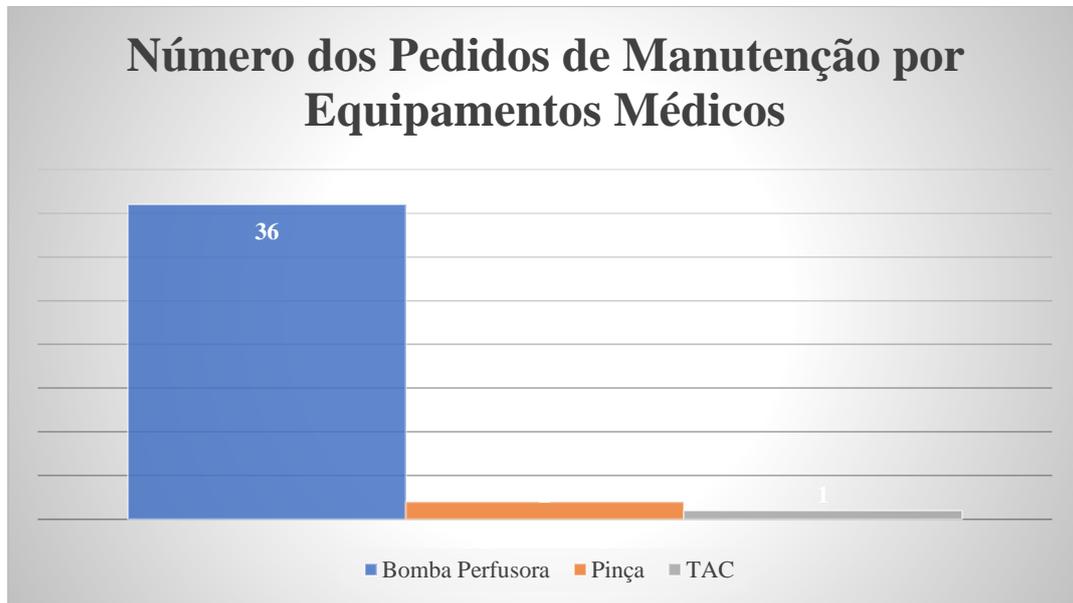
Figura 50 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à IBERDATA.

Analisou-se, também, a relação entre os serviços da Unidade de Saúde com a empresa IBERDATA. Desta análise conclui-se que o serviço do Bloco Operatório e o serviço de Exames Especiais de Gastroenterologia são os que representam uma maior dependência da empresa externa, visto terem efetuado 44%, no conjunto, dos pedidos de manutenção aos seus equipamentos.

### *B Braun*

Esta empresa, formada em 1839, é uma distribuidora e fabricante de “soluções e cuidados de saúde” para todo o mundo. A B Braun tem uma gama de produtos que ronda os 5000 e ainda oferece serviços de consultoria e manutenção de modo a contribuir para os avanços da medicina [43].

A empresa B Braun trabalha, principalmente, com as Bombas Perfusoras da ULSM, sendo compreensível os 36 pedidos de manutenção deste tipo de equipamento médico, tal como se verifica na *Figura 51*.



*Figura 51 - Número de pedidos de manutenção de EM associados à B Braun.*

Recordando os dados do subcapítulo “Análise por Equipamento – Bombas Perfusoras”, sabe-se que de 47 pedidos de manutenção a este tipo de equipamento, 38 deles foram reencaminhados para empresas externas. Com os dados retirados da *Figura 43* e os dados anteriores, conclui-se que a B Braun atendeu 94,7% das intervenções a Bombas Perfusoras.

Tal como no caso anterior, traçou-se o gráfico que representa a percentagem de pedidos de manutenção associados à B Braun de acordo com o serviço hospitalar requerente, tendo-se obtido o gráfico da *Figura 52*.

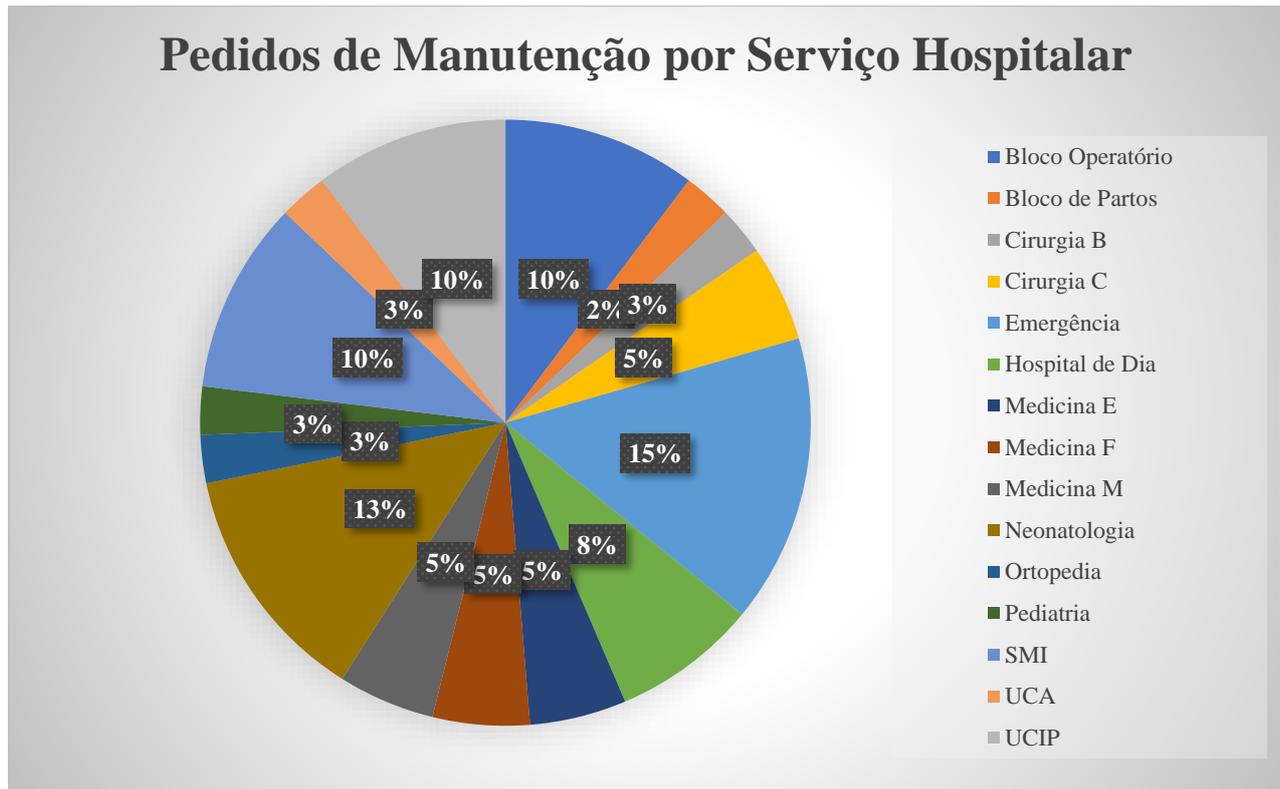


Figura 52 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à B Braun.

Existe uma dispersão muito heterogénea dos pedidos de manutenção relativos à B Braun. Tal acontece porque as Bombas Perfusoras se encontram em muitos dos serviços da Unidade Local de Saúde de Matosinhos. No entanto, destacam-se os serviços de Emergência e de Neonatologia, com 15% e 13% dos pedidos efetuados respetivamente. Estes serviços, tal como explicado anteriormente, são serviços em que os utentes se encontram num estado de saúde pior e que necessitam do auxílio de equipamentos como as Bombas Perfusoras para receberem fluídos ou medicamentos.

#### *SUCH – Serviço de Utilização Comum dos Hospitais*

O SUCH foi criado pelo Ministério da Saúde em parceria com o Ministério das Finanças com o objetivo de ser a empresa com maior capacidade de oferta de serviços partilhados em saúde, através da sua experiência na prestação dos mesmos [44].

As Engenheiras presentes no Hospital Pedro Hispano, no serviço de Electromedicina pertencem ao SUCH, assim como todos os técnicos do Serviço de Instalações e Equipamentos.

Esta empresa contabilizou um total de 16 pedidos de manutenção.

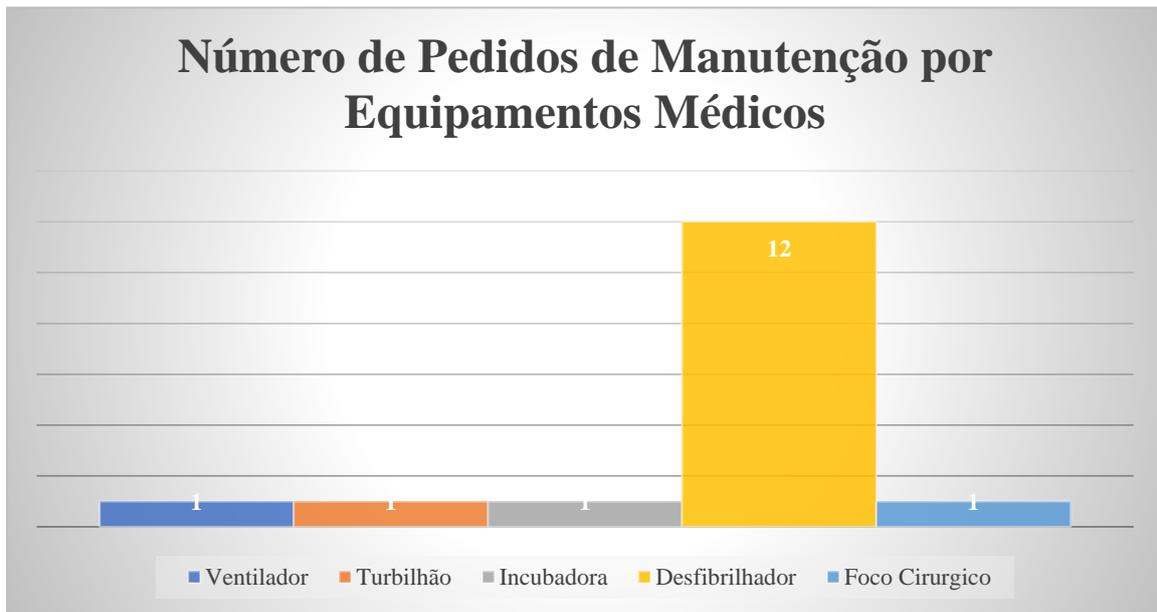


Figura 53 - Número de pedidos de manutenção de Equipamentos Médicos associados ao SUCH.

Conclui-se que o Desfibrilhador foi o equipamento mais intervencionado pelo SUCH. Através dos dados do subcapítulo “Análise por Equipamento – Desfibrilhadores”, sabe-se que 18 dos pedidos de manutenção a este equipamento médico foram encarregues a empresas externas. Como o SUCH intervencionou 12 deles, isto significa que o Serviço de Utilização Comum dos Hospitais ficou responsável por 66,7% dos pedidos de manutenção a desfibrilhadores.

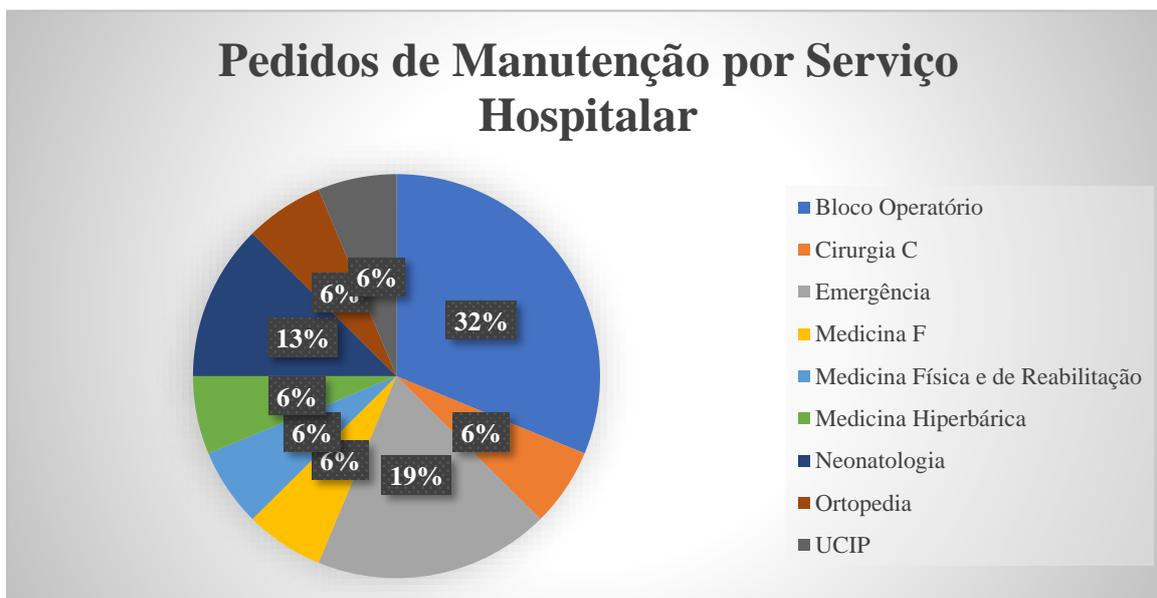


Figura 54 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados ao SUCH.

A dispersão dos pedidos de manutenção associados ao SUCH é muito semelhante, com vários serviços representando 6% dos pedidos. Contudo, existem dois serviços que se destacam. O Bloco Operatório apresenta 32% do total de pedidos, todos estes sendo referentes a Desfibrilhadores. E o serviço de Emergência com 19%, também referentes a manutenções a Desfibrilhadores.

Apesar de os Desfibrilhadores serem equipamentos médicos que se encontram em todos os serviços hospitalares, o serviço do Bloco e a Emergência apresentam mais do que um equipamento no seu recinto. Isto, pois, existem mais riscos associados nestes serviços com os utentes instáveis, que requerem de tratamento com recurso ao desfibrilhador.

### *Carewill*

A Carewill é uma empresa comercial de dispositivos médicos e produtora dos mesmos. Presta serviços de manutenção e assistência técnica em endoscópios e outros equipamentos médicos [45].

Tal como o SUCH, a Carewill contabilizou 16 pedidos de manutenção da sua responsabilidade. Os equipamentos médicos com pedidos de manutenção atribuídos à Carewill são equipamentos utilizados em cirurgias e pequenas cirurgias, como por exemplo Óticas Cirúrgicas, Tesouras de Laparoscopia e Pinças.

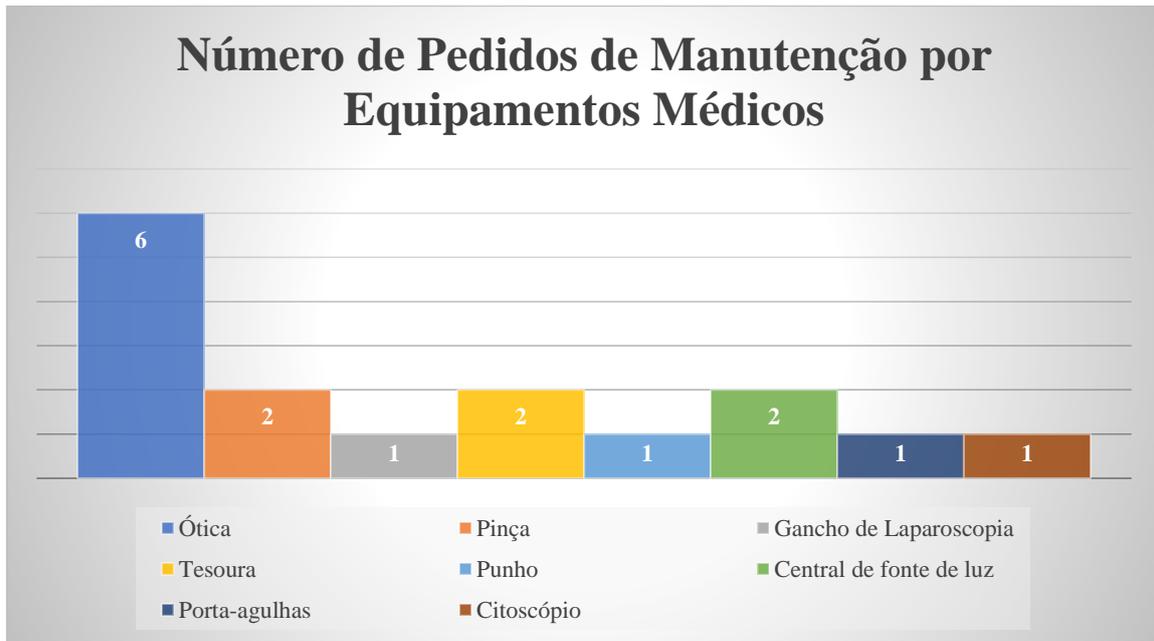


Figura 55 - Número de pedidos de manutenção por EM associados à Carewill.

No Gráfico presente na *Figura 55* é possível observar que os equipamentos médicos com o maior número de pedidos de intervenção são as Óticas Cirúrgicas, com quase 37,5% dos pedidos.

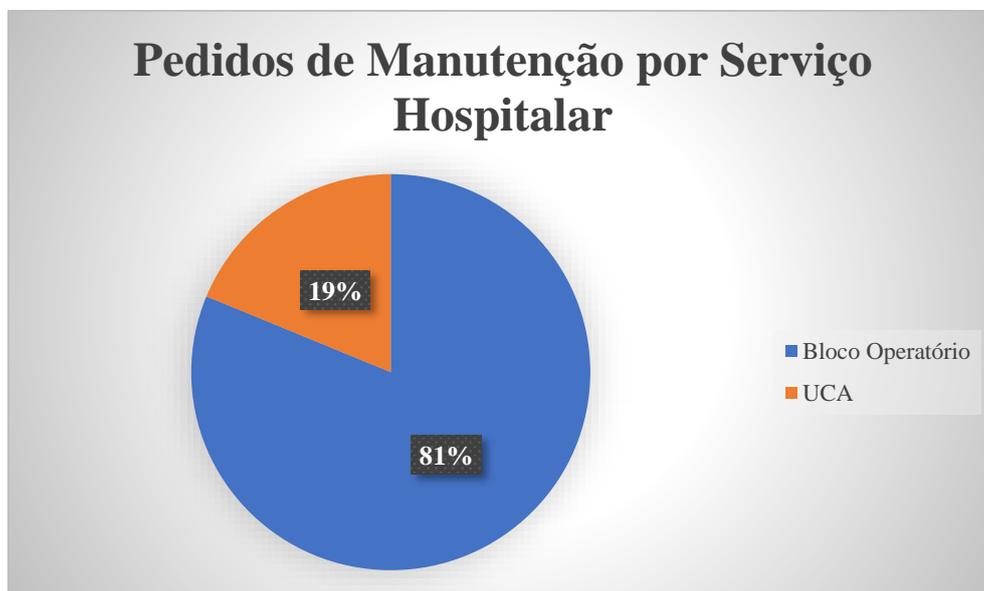


Figura 56 - Percentagem de pedidos de manutenção por serviço da ULSM associados à Carewill.

O Gráfico da *Figura 56* representa os serviços que efetuaram pedidos de manutenção à Carewill, e tal como era de prever, os serviços que realizam estes pedidos

foram aqueles que efetuam cirurgias e pequenas cirurgias como o Bloco Operatório e a Unidade de Cirurgia de Ambulatório.

## **Análise dos Custos Associados a Manutenções de Equipamentos Médicos**

Durante o período de observação levado a cabo no Hospital Pedro Hispano foi possível notar que dos diversos pedidos de manutenção de equipamentos médicos muitos deles eram entregues a empresas externas. Tal como referido anteriormente, algumas das empresas apresentam contratos de manutenção, nos quais estão incluídas as manutenções e intervenções que são necessárias durante o ano em que o contrato se encontra em vigor. Outras situações surgem em equipamentos que não apresentam contratos ou em que os mesmos não cobrem o tipo de intervenção precisa. Com isto surgem gastos que se consideram inesperados.

Para esta penúltima parte da Análise de Dados irão ser abordados os custos que surgem em equipamentos médicos sem contratos ou contratos com pouca cobertura.

Optou-se por analisar os custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo três critérios:

- Por Equipamento Médico;
- Por Serviço Hospitalar;
- Por Empresa Externa.

O valor total gasto em manutenções de equipamentos médicos foi de 59734,28€. Este valor agrega as manutenções de processos terminados com as de processos por fechar. Sendo que as primeiras apresentam um valor total de 30550,63€ e as manutenções de equipamentos médicos por fechar apresentam um valor de 29183,55€. Os valores apresentados neste trabalho não incluem o acréscimo do IVA de 23%.

### *Equipamentos Médicos*

Para a análise dos custos segundo o equipamento médico traçou-se um gráfico que representa os custos de todos os EM que apresentaram gastos fora dos contratos, sendo que se dividem em custos com GRP's já fechadas e custos com GRP's não fechadas.

As GRP's não fechadas significam que existe algum passo do processo que não está concluído, como o pagamento à empresa externa ou a entrega do equipamento já reparado.

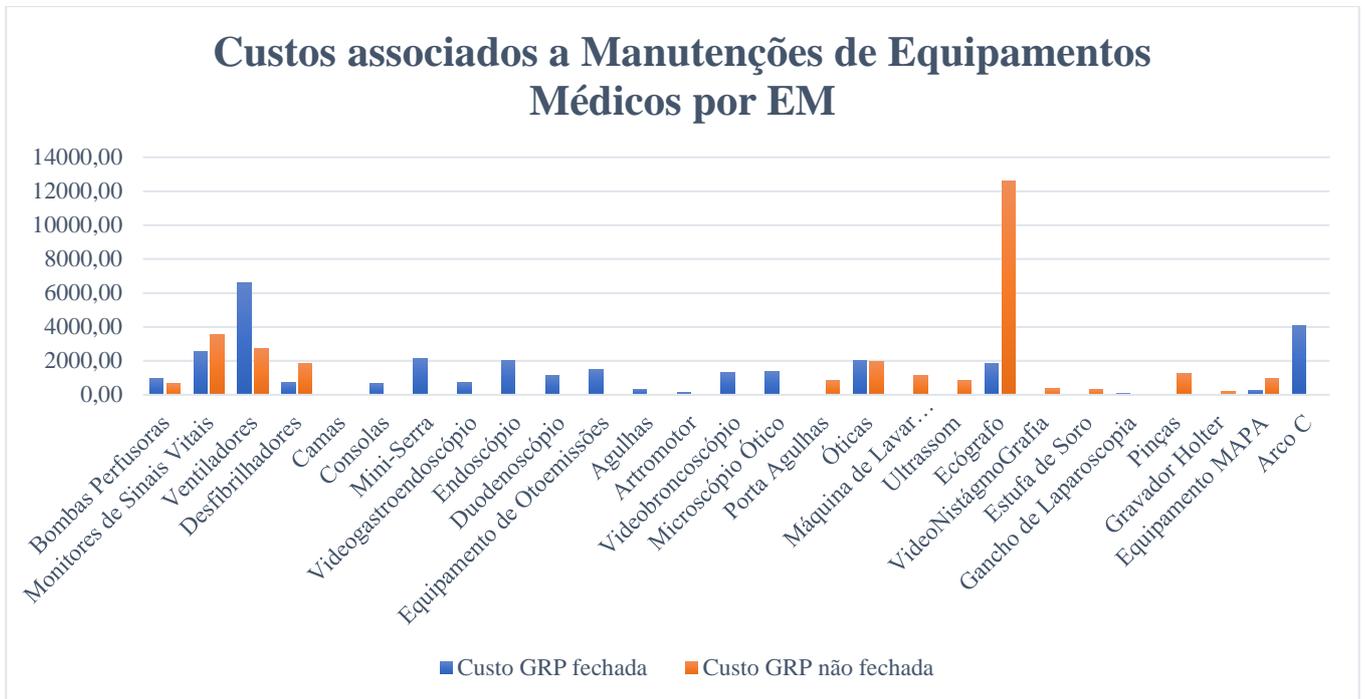


Figura 57 – Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo o equipamento em si.

Tal como se pode observar na *Figura 57* existem equipamentos médicos que apenas apresentam custos com GRP's já fechadas e outros que apenas têm custos de GRP's que ainda não se encontram fechadas.

O equipamento que apresenta um gasto maior é o Ecógrafo, pois foi necessário adquirir um equipamento novo, o que elevou o seu valor em 12150€. No entanto, os valores gastos com as manutenções, em média, rondam os 2000 a 4000€.

### *Serviços Hospitalares*

Tal como no caso anterior, para a análise dos custos segundo os serviços da ULSM traçou-se o gráfico que representa os custos que todos os serviços apresentaram, sendo que se dividem os valores em custos com GRP's já fechadas e custos com GRP's não fechadas.

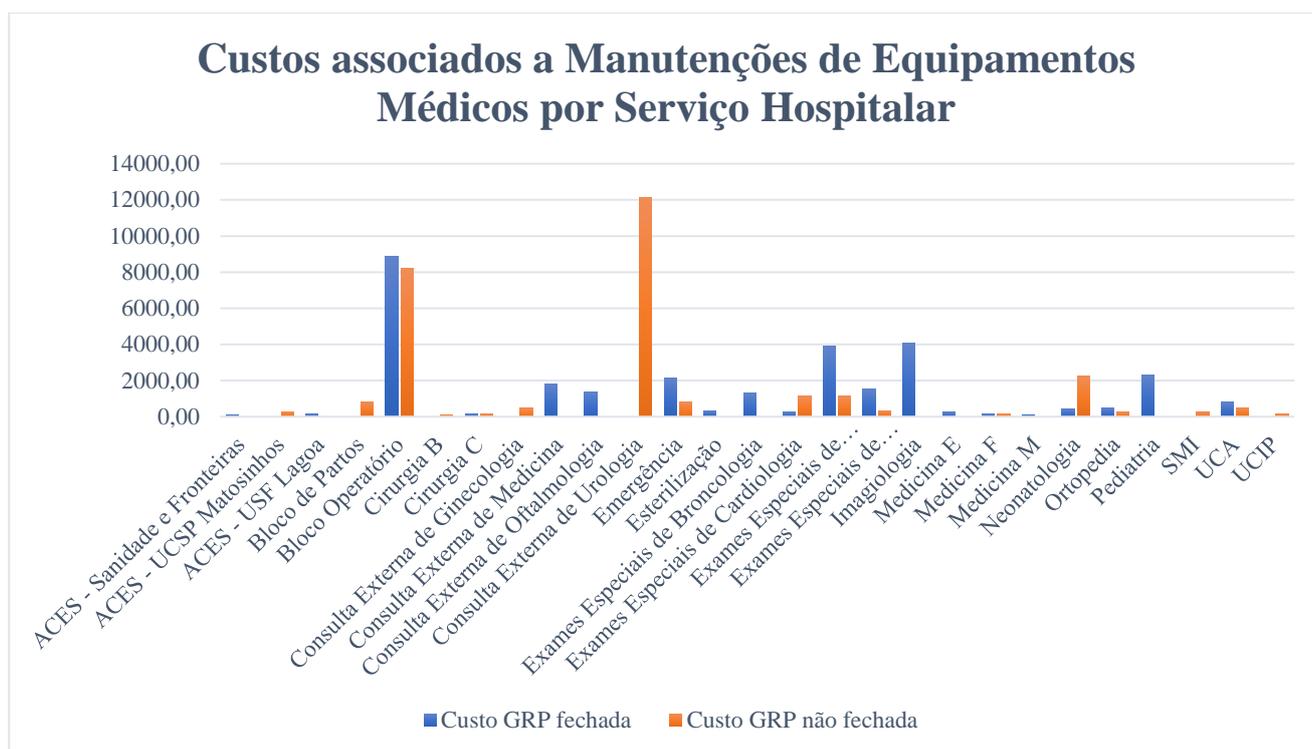


Figura 58 - Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo o serviço hospitalar.

O serviço que apresenta um gasto maior é o serviço de Consulta Externa de Urologia, pois é o serviço que adquiriu o novo Ecógrafo no valor de 12150€. Mas retirando este serviço, o serviço com maior valor é o Bloco Operatório, que gastou cerca de 17103€, representando 28,6% do total gasto no período de observação.

### *Empresas Externas*

Para a análise dos custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo as empresas externas caracterizaram-se os valores que cada empresa angariou com as manutenções efetuadas, de seguida os valores que as empresas ganharam por equipamento e por serviço hospitalar.

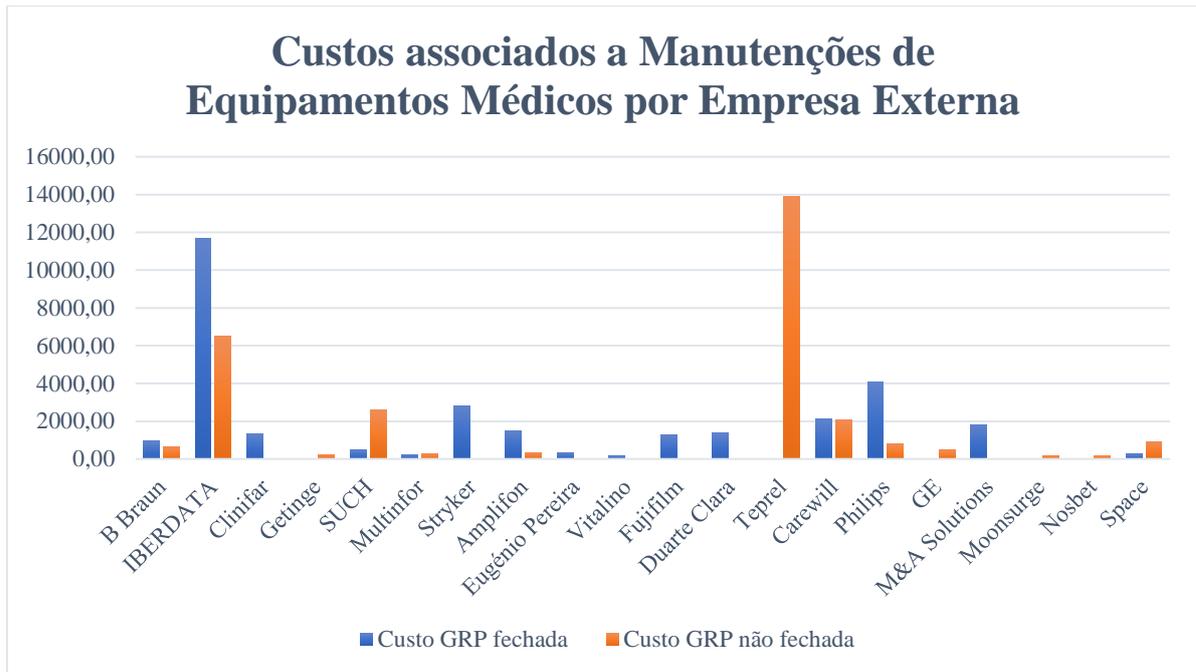


Figura 59 - Custos associados a manutenções de equipamentos médicos segundo as empresas externas.

Tal como se pode observar na *Figura 59* as empresas que apresentam os maiores ganhos são a IBERDATA e a Teprel, com 18196,21€ e 13895,60€ respetivamente. A empresa Teprel apresenta um valor elevado devido à venda do Ecógrafo novo para o serviço de Consulta Externa de Urologia.

Como foi referido anteriormente, as empresas externas angariaram um total de 59734,28€ com manutenções de equipamentos médicos.

Para realizar a caracterização dos valores angariados pelas empresas segundo os equipamentos médicos e os serviços hospitalares selecionaram-se as empresas com maiores ganhos e maiores números de manutenções associadas: B Braun, IBERDATA, SUCH e Carewill.

A empresa B Braun apenas obteve lucros com o equipamento Bombas Perfusoras. Neste caso apenas se irá analisar os valores adquiridos, por esta empresa, segundo os serviços hospitalares.

Tabela 7- Relação entre o Serviço e o Valor adquirido pela empresa B Braun

Serviço	Valor adquirido
Pediatria	483,49€
Medicina E	259,64€
Medicina M	86,64€
Emergência	183,98€
Ortopedia	128,84€
Neonatologia	455,67€

Observa-se que a empresa B Braun angariou mais dinheiro com os serviços de Pediatria e de Neonatologia.

Para a empresa IBERDATA obtiveram-se os seguintes dados:

Tabela 8 – Relação entre Equipamento e o Custo e o Serviço e o Valor adquirido pela empresa IBERDATA

Equipamento	Custo	Serviço	Valor adquirido
Monitor de Sinais de Vitais	4759,94€	Bloco Operatório	10351,96€
Ventilador	8057,25€	Medicina F	152,35€
Camas	95,00€	Cirurgia C	147,00€
Videogastroendoscópio	714,98€	Cirurgia B	99,00€
Endoscópio	2002,55€	Ortopedia	258,00€
Duodenoscópio	1129,87€	Neonatologia	1196,40€
Máquina de Lavar Endoscópios	1128,52€	UCA	496,08€
Estufa de Soro	308,10€	Exames Especiais de Gastroenterologia	5023,42€
		Pediatria	427,00€

Analisando a Tabela 8, os equipamentos que geraram mais valor monetário para a IBERDATA foram os Ventiladores e os Monitores de Sinais Vitais. Por outro lado, os Serviços Hospitalares que geraram mais valor à mesma foram o Bloco Operatório e o serviço de Exames Especiais de Gastroenterologia.

Tabela 9 – Relação entre Equipamento e Custo e Serviço e Valor adquirido pela empresa SUCH

Equipamento	Valor adquirido	Serviço	Valor adquirido
Desfibriladores	4759,94€	Bloco Operatório	736,51€
Ventilador	1013,85€	Emergência	612,50€

	Medicina F	168,75€
	Cirurgia C	168,75€
	Ortopedia	210,00€
	Neonatologia	1013,85€
	UCIP	168,75€

Através da análise da *Tabela 9*, os dois equipamentos que geraram valor para a empresa SUCH foram os Desfibrilhadores e os Ventiladores. Como os desfibrilhadores devem existir em todos os serviços de um hospital, é espectável que existam vários serviços a gerar valor para a empresa que garante a sua manutenção. Posto isto, os serviços que apresentam os maiores valores são o Bloco Operatório, a Emergência e a Neonatologia.

Para a empresa Carewill registaram-se os seguintes valores:

*Tabela 10 – Relação entre Equipamento e Custo e Serviço e Valor adquirido pela empresa Carewill*

Equipamento	Valor adquirido	Serviço	Valor adquirido
Óticas	3990,00	Bloco Operatório	4094,00
Gancho de Laparoscopia	104,00	UCA	145,00
Pinça	145,00		

Analisando a *Tabela 10*, os equipamentos que geraram mais valor monetário para a empresa Carewill foram as Óticas. Por outro lado, os Serviços Hospitalares que geraram valor à mesma empresa foram o Bloco Operatório e a Unidade de Cirurgia de Ambulatório. Estes dados são compreensíveis, visto que a empresa Carewill trabalha com equipamentos utilizados em cirurgias e pequenas cirurgias.

## **Análise dos Tempos dos Processos envolvidos na Manutenção**

Para a compreensão dos tempos dos processos envolvidos na manutenção de equipamentos médicos, indicados no Capítulo 3 – Introdução: Descrição de Conceitos, recorreu-se aos dados recolhidos durante o período de observação. Observando os mesmos, conclui-se das várias etapas presentes num processo de manutenção, aquelas que são mais importantes são: Tempo de Intervenção Interna, o Tempo do Processo (que

vai desde a abertura da GRP até à emissão da Nota de Encomenda) e o Tempo Total de Paragem do Equipamento, que corresponde ao tempo decorrido desde o pedido de manutenção do equipamento por parte do serviço hospitalar, até ao momento em que o equipamento é entregue no mesmo devidamente reparado.

Para uma melhor análise destes tempos, realizaram-se as médias das etapas anteriormente referidas. Com isto obtiveram-se os seguintes resultados:

- Tempo de Intervenção Interna: 18 minutos
- Tempo do Processo: 44,385 dias
- Tempo Total de Paragem: 30,5 dias

O Tempo de Intervenção Interna é relativamente curto, isto porque a média é relativa. Esta foi calculada com os tempos de intervenção interna em manutenções de equipamentos médicos entregues a empresas externas, pois existem casos em que houve uma intervenção das responsáveis do serviço de electromedicina antes da intervenção da empresa. Com isto, existem muitos processos em que este tempo é zero dando origem a um valor tão pequeno.

O Tempo do Processo apenas é analisável nos processos de manutenção externa, ou seja, recorrendo a empresas externas. Através da análise dos dados, verifica-se que as etapas que demoram mais tempo são a Receção do Orçamento e o Despacho do Processo.

Relativamente ao Tempo Total de Paragem, os processos de manutenção de equipamentos médicos que foram resolvidos pelas Engenheiras do Serviço de Electromedicina, ou seja, sem recurso a empresas externas, apresentam uma média de 14,59 dias de tempo total de paragem. Por outro lado, os processos com recurso a empresas externas apresentam uma média de 59,32 dias de paragem do equipamento.

Os processos com recurso apresentam um valor mais elevado de tempo total de paragem do equipamento pois englobam mais etapas do que os processos internos, tais como a Receção dos Orçamentos, Despacho de Processo, Aceitação do Orçamento e Emissão de Nota de Encomenda. Como as diversas etapas passam por responsáveis diferentes existe um aumento no decorrer de todo este processo.

## Capítulo VI – Conclusões

O cumprimento do principal objetivo desta dissertação, ou seja, o mapeamento dos processos envolvidos nas manutenções de equipamentos médicos contribuiu para uma melhor avaliação da gestão dos equipamentos da ULSM e do funcionamento do Serviço de Instalações e Equipamentos. Para que fosse possível a concretização deste objetivo foi necessário a realização dos objetivos propostos para este trabalho.

Para tal, começou-se por concretizar o objetivo O1. onde se contabilizaram, durante um período de 3 meses, os dados da duração e etapas do processo de manutenção.

De seguida, iniciou-se a elaboração do modelo de simulação pretendido no objetivo O2. Após a elaboração do primeiro cenário, optou-se por criar mais cinco cenários que representam situações alternativas, de modo a analisar as diferenças e tentar atingir o cenário que otimizaria o processo de manutenção de equipamentos médicos.

Dos diferentes cenários criados, o cenário 6 é o que apresenta os melhores resultados na otimização do processo de manutenção. No entanto, neste caso é necessário fazer alterações na empresa externa à entidade hospitalar. Como isto acarreta os seus contratempos, o cenário que melhores resultados apresenta e com melhorias mais fáceis de implementar é o cenário 2. Neste, apenas é necessário acrescentar um colaborador às Engenheiras do Serviço de Electromedicina que conheça os processos de manutenção e seja capaz de avaliar o estado dos equipamentos e realizar a separação entre intervenções internas e externas.

Para cumprir o objetivo O3. Utilizando dados de simulação e dados reais, analisar criticamente os processos e identificar possíveis pontos de melhoria; e o objetivo O4. Análise e avaliação das avarias de equipamentos médicos em função dos serviços hospitalares; analisaram-se os dados resultantes da simulação e da recolha dos dados reais.

Durante o período de estudo no Hospital foi possível concluir que alguns pedidos de manutenção estavam relacionados com o mau uso do equipamento, que era originado por quedas do equipamento ou falta de habilitações no manuseamento, conduzindo a peças partidas e erros internos. Muitos dos pedidos de manutenção vinham com uma descrição que assentava em “Arranjo”, no entanto não era explicado o significado do “Arranjo” e na maioria das vezes as Engenheiras do Serviço de Electromedicina tinham

de averiguar o verdadeiro motivo e determinar se era exequível realizar a manutenção internamente ou não.

Como se observou pelos gráficos apresentados no capítulo 5 – Análise e Discussão de Resultados, subcapítulo Análise por Equipamento, os Monitores de Sinais Vitais são os equipamentos médicos com uma maior taxa de intervenção, no entanto são também equipamentos que existem em grande quantidade na Unidade Local de Saúde de Matosinhos.

Após a análise de acordo com Serviço da Unidade de Saúde, conclui-se que os Serviços que apresentam o maior número de requisições são aqueles em que é necessário um maior cuidado com os utentes e com os equipamentos. De um total de 388 pedidos de manutenção realizados durante o período de novembro de 2019 a janeiro de 2020, o Bloco Operatório registou 19% do total, seguindo-se a Emergência com 9%, o Agrupamento de Centros de Saúde com 8%, UCIP com 6% e a Neonatologia com 5%. Ou seja, quase metade dos pedidos de manutenção foram realizados por serviços críticos.

Considerando os gráficos que relacionam os serviços com os equipamentos médicos com maior número de pedidos, confirma-se que os serviços anteriormente referidos foram aqueles com maior percentagem de requisições. Ou seja, para os equipamentos Bombas Perfusoras, Monitores de Sinais Vitais, Ventiladores, Aparelhos de Fototerapia, Esfigmomanómetros e Desfibriladores, os serviços Bloco Operatório, Emergência, ACES, UCIP e Neonatologia foram, no geral, os serviços da Unidade Local de Saúde de Matosinhos que realizaram maior número de pedidos de manutenções.

Através da análise de acordo com a Empresa externa à ULSM, constata-se que as empresas que apresentam o maior número de requisições para intervenções em equipamentos médicos são a IBERDATA, B Braun, SUCH e Carewill. De um total de 388 pedidos de manutenção, 220 foram associados a empresas externas. Isto significa que foi atribuído às empresas cerca de 57% das intervenções.

Por outro lado, conclui-se que o Bloco Operatório foi o serviço que mais requisições para pedidos externos preencheu, aparecendo nos serviços com maior percentagem nas empresas analisadas. Estes dados corroboram os anteriores que indicam o Bloco Operatório como o serviço com mais pedidos de manutenção efetuados.

Os tempos de paragem dos equipamentos apresentam uma média relativamente baixa (30,5 dias). No entanto, sendo uma média, os dados são discutíveis, isto porque existem processos que são extremamente rápidos com poucos ou quase nenhum dia de espera, enquanto que outros podem demorar mais de 100 dias, cerca de 3 meses e meio.

## **Sugestões de Melhoria**

Os principais motivos de demora nos processos testemunhados durante o período de observação na Unidade Local de Saúde de Matosinhos foram:

- demora no tempo de resposta da empresa externa, assim como nos prazos de entrega dos orçamentos;
- espera de entrega de peças (sem stock ou peças descontinuadas);
- falta de ferramentas apropriadas para efetuar a manutenção;
- falta de mão-de-obra qualificada para efetuar a manutenção corretamente.

Considera-se que os pontos “falta de ferramentas apropriadas para efetuar a manutenção” e “falta de mão-de-obra qualificada para efetuar a manutenção corretamente” são possíveis de otimizar, melhorando o processo interno de manutenção de equipamentos médicos. Com a otimização destes pontos poderá ser possível realizar algumas manutenções sem ser necessário a intervenção de empresas externas.

O investimento inicial em ferramentas e profissionais qualificados seria vantajoso para a Unidade Local de Saúde de Matosinhos, pois iriam diminuir os custos associados a intervenções de empresas externas, e o tempo de resposta na intervenção seria mais rápido, visto ser efetuado internamente. As conclusões retiradas da simulação de cenários corrobora a ideia de que investir em profissionais qualificados e que apoiem as Engenheiras existentes atualmente no serviço, levariam a um aumento da produtividade do mesmo e diminuiria o tempo do processo de manutenção.

Os dados indicam que a existência de material e ferramentas apropriadas também melhoraria os tempos dos processos de manutenção internas, diminuindo o tempo total de paragem dos equipamentos médicos e assegurando que o serviço requerente passa pouco tempo sem o mesmo.

## **Dificuldades Sentidas**

Durante este trabalho foram encontradas algumas dificuldades, na medida em que foi necessário aprender a trabalhar com um Software novo, o Arena. No entanto após a aprendizagem considero que foi bastante útil a nível profissional e pessoal conhecer uma ferramenta nova que me poderá ser útil no futuro. Foram também sentidas dificuldades na medida em que os processos de manutenção são bastante demorados, e para obter todos os dados necessários para a realização deste trabalho foi preciso visitar o Hospital na fase final do mesmo, em Junho de 2020. No entanto, devido à pandemia vivida foi difícil agendar uma data segura para tal.

Concluindo, este trabalho é de extrema importância visto analisar as manutenções de equipamentos médicos, sendo que alguns estão em contacto direto com os pacientes e podem provocar danos graves aos mesmos se não tiverem nas condições devidas e com a garantia de bom funcionamento. Apesar das dificuldades sentidas, considera-se que o trabalho foi realizado com sucesso, uma vez que se cumpriram os objetivos propostos inicialmente. Este trabalho também me forneceu novos conhecimentos que me enriqueceram tanto a nível profissional como pessoal, visto ter tido a oportunidade de trabalhar de perto com profissionais da área, interagir com diversas empresas associadas à manutenção de equipamentos médicos e avaliar as dificuldades que surgem no dia-a-dia.

## **Propostas de Trabalhos Futuros**

Como trabalhos futuros e de extrema importância para a área da manutenção de equipamentos médicos, seria interessante:

- Desenvolver uma plataforma que fosse útil na gestão das manutenções de equipamentos médicos, onde fosse possível agendar as manutenções preventivas, verificar o histórico das mesmas e das manutenções corretivas e gerir o stock de peças, entre outros.
- Desenvolver campanhas de sensibilização para a boa utilização dos equipamentos médicos, assim como campanhas de formação a profissionais de saúde sobre novos equipamentos e novas aplicações dos mesmos.

- Promover a realização de manutenções internas, dando formação aos profissionais de Electromedicina sobre os equipamentos e as suas manutenções, priorizando a realização de intervenções internas e diminuindo os custos com empresas externas.

## Bibliografia

- [1] Câmara Municipal de Matosinhos (2020). *Juntas de Freguesias*. Acedido em 5 de abril de 2020, em: <http://www.cm-matosinhos.pt/pages/46>
- [2] Decreto-Lei de 9 de Junho. *Diário da República nº 207/99 – I Série A*. Ministério da Saúde. Lisboa.
- [3] Junta de Freguesia de Matosinhos-Leça da Palmeira (2016). *ULSM lança campanha no âmbito do Plano de Contingência para o Inverno*. Acedido em 5 de abril de 2020, em: [http://www.jf-matosinhoslecapalmeira.pt/frontoffice/pages/223?news\\_id=103](http://www.jf-matosinhoslecapalmeira.pt/frontoffice/pages/223?news_id=103)
- [4] Unidade Local de Saúde de Matosinhos- ULSM, E.P.E. (2018). *Regulamento ULSM, E.P.E.* Matosinhos, pp. 1.
- [5] Unidade Local de Saúde de Matosinhos- ULSM, E.P.E. (2018). *Regulamento ULSM, E.P.E.* Matosinhos, pp. 22.
- [6] Unidade Local de Saúde de Matosinhos- ULSM, E.P.E. (2018). *Regulamento ULSM, E.P.E.* Matosinhos, pp. 28-31.
- [7] Serviço Nacional de Saúde (2020). *Agrupamento de Centros de Saúde (ACES)*. Acedido em 5 de abril de 2020, em: <http://www.ulsm.min-saude.pt/servicos/aces/>
- [8] Coutinho, S.S.C. (2018). *Internalização da Manutenção Preventiva aos equipamentos da Medicina Física e Reabilitação*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Computação e Instrumentação Médica. Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, pp 30-32.
- [9] Unidade Local de Saúde de Matosinhos- ULSM, E.P.E. (2018). *Regulamento ULSM, E.P.E.* Matosinhos, pp. 41-42.
- [10] INFARMED (2020). *O que são dispositivos médicos?* Acedido a 04 de junho de 2020, em : <http://www.infarmed.pt/web/infarmed/perguntas-frequentes-area-transversal/dm>
- [11] IPQ (2017). *Metrologia na Saúde - Guia de Boas Práticas- Parte II, Capítulo III, Bombas de Perfusão*. Acedido a 04 de junho de 2020, 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)

- [12] Pinto, V.M. (1994). *Gestão da Manutenção*. ELO – Publicidade, Artes Gráficas, Guimarães.
- [13] Cavalcante, C.A.V., Almeida, A.T. (2005). *Modelo multicritério de apoio à decisão para o planeamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situação de incerteza*. Pesquisa Operacional, vol. 25, n.2, pp. 279-296.
- [14] Marcorin, W.R., Lima, C.R.C. (2003). *Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos*. Revista de Ciência e Tecnologia, vol. 11, n.22, pp. 35-42.
- [15] NP EN 1336 (2007). Norma Portuguesa para Terminologia de Manutenção. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- [16] Pinto, C.A.M. (2016). Fundamentos de Gestão, 6ª Edição, EDITORIAL PRESENÇA. Lisboa.
- [17] Bronzino, J.D. (1992). *Clinical engineering: Evolution of a discipline*. 14th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Paris, pp. 2806-2807.
- [18] Wang, B. (2012). *Medical Equipment Maintenance – Management and Oversight*. Morgan & Claypool, pp. 17-51.
- [19] Bahreini, R. et al (2018). *Factors Affecting Medical Equipment Maintenance Management: A Systematic Review*. Journal of Clinical and Diagnostic Research, vol. 12, n. 4, pp. 1-7.
- [20] Bahreini, R. et al (2019). *Influential factors on medical equipment maintenance management – in search of a framework*. Journal of Quality in Maintenance Engineering.
- [21] Pereira, F.L. (2017). *A importância da inovação na gestão de processos administrativos da universidade pública, por meio da implementação da tecnologia de certificação digital*. Revista da UNIFEBE, vol. 1, n.21, pp. 5-8.
- [22] Aganette, E.C., Teixeira, L.M.D., Aganette, K.J.P. (2017). *Modelagem de Processos em Empresa do Setor de Saúde Pública; i-CISMEP, um relato de caso*. Escola de Ciência da Informação – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, pp. 3-4.

- [23] Azevedo, I.C.G. (2016). *Fluxograma como ferramenta de mapeamento de processo no controle de qualidade de uma indústria de confecção*. Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Brasil, pp. 2-4.
- [24] Faria, G.L., Tulik, J., Gonçalves, M.C. (2019). *Proposition of a lean flow of processes based on the concept of process mapping for a bubalinocultura based dairy*. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, vol. 5, n.18, pp. 25.
- [25] Lavy, S. et al (2014). *Key performance indicators for facility performance assessment: simulation of core indicators*. Construction Management and Economics, vol. 32, n. 12, pp. 1183-1204.
- [26] Moselhi, O. et al (2017). *Healthcare Facilities Maintenance Management: A Literature Review*. Journal of Facilities Management, vol. 15.
- [27] Arena Simulation Software (2020). *What Arena Does and How It Works*. Acedido a 11 de setembro de 2020, em: <https://www.arenasimulation.com/>
- [28] Arena Simulation Software (2020). *What Is Simulation Software?* Acedido a 11 de setembro de 2020, em: <https://www.arenasimulation.com/what-is-simulation>
- [29] Kimen (2020). *Simuladores, a nova tendência do ensino universitário*. Acedido a 28 de setembro de 2020, em: <https://kimengames.com/blog/simuladores-la-nueva-tendencia-de-ensenanza-universitaria/>
- [30] Bradley, A. e Arena (2014). *Hospital Simulation Confirms New Facility Expenditure Not the Solution*. Publication ARENA-AP007A-EN-P, Estados Unidos da América.
- [31] Wynter, S.A. e Ivy, J.E. (2009). *Simulating public health emergency response: a case study of the 2004 North Carolina State fair E.coli outbreak*. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference, pp. 1957-1968
- [32] Álvares, M. e Machado, P. (2018). *Gestão dos pedidos de reparação*. Serviço de Instalações e Equipamentos, Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Matosinhos.
- [33] Álvares, M. e Machado, P. (2018). *Gestão da manutenção*. Serviço de Instalações e Equipamentos, Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Matosinhos.

- [34] Álvares, M. e Machado, P. (2018). *Análise e contratualização de serviços externos de manutenção*. Serviço de Instalações e Equipamentos, Unidade Local de Saúde de Matosinhos, Matosinhos.
- [35] IBERDATA (2016). *Monitor de Sinais Vitais iM8*. Acedido a 11 de setembro de 2020, em: [http://www.IBERDATA.pt/pages.php?page\\_id=106&pesquisa=monitor&x=%200&y=0](http://www.IBERDATA.pt/pages.php?page_id=106&pesquisa=monitor&x=%200&y=0)
- [36] Neto, A.S. (2020). *Icterícia*. Acedido a 14 de setembro de 2020, em: <https://www.cuf.pt/saude-a-z/ictericia>
- [37] Datex-Ohmeda, Inc.: *Aisys Carestation- Manual de Referência do Utilizador- Parte 1 de 2*. Portugal.
- [38] Calil, S. J., e et al. (2002). *Equipamentos Médico-Hospitalares e o Gerenciamento da Manutenção: Capacitação à distância*. Ministério da Saúde Brasileiro, Brasília, pp. 249-262.
- [39] Master Medical Equipment (2020). *Modelo de monitor desfibrilador PHILIPS HeartStartXL – M4735A – recertificado*. Acedido a 19 de setembro de 2020, em: <https://www.mmemed.com/pt/philips-defibrillators-pro/philips-heartstart-xl-defibrillator-monitor-model-m4735a/>
- [40] Gonzalez, M.M., e et al (2013). *I Diretriz de Ressuscitação Cardiopulmonar e Cuidados Cardiovasculares de Emergência da Sociedade Brasileira de Cardiologia*. Revista da Sociedade Brasileira de Cardiologia, vol. 101, n.2, pp. 8-16.
- [41] MedicalShop (2020). *Desfibrilhador automático DEA com Ecrã LCD e Voz*. Acedido a 19 de setembro de 2020, em: <https://www.medicalshop.pt/desfibrilhador-automatico-dea-com-ecra-lcd-e-voz-mm0903001/p>
- [42] IBERDATA (2016). *Empresa*. Acedido a 22 de setembro de 2020, em: <http://www.IBERDATA.pt/p18-empresa-pt>
- [43] B Braun (2020). *Soluções eficazes através de um diálogo construtivo*. Acedido a 22 de setembro de 2020, em: <https://www.bbraun.pt/pt/empresa/organizacao-numeros-e-factos.html>
- [44] SUCH (2020). *Apresentação*. Acedido a 22 de setembro de 2020, em: <https://www.such.pt/pt/apresentacao/>

[45] Health Cluster Portugal (2020). Carewill, Lda. Acedido a 22 de setembro de 2020, em: <http://www.healthportugal-directory.com/pt/membership-directory/carewill-lda>

## Anexos

### Anexo 1 – Relatório do Arena relativo à Simulação do Processo de Manutenção de Equipamentos Médicos

15:59:58	<b>Category Overview</b>	outubro 7, 2020
<b>Unnamed Project</b>		
Replications: 1	Time Units: Minutes	
<b>Key Performance Indicators</b>		
<b>System</b>	<b>Average</b>	
Number Out	29	

15:59:58

**Category Overview**

outubro 7, 2020

**Unnamed Project**

Replications: 1      Time Units: Minutes

**Entity**

**Time**

VA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	75.5129	(Insufficient)	20.9396	134.32
NVA Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Wait Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	775.92	(Insufficient)	0.00	1355.02
Transfer Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	120.00	(Insufficient)	120.00	120.00
Other Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
Total Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	971.44	(Insufficient)	164.09	1523.18

**Other**

Number In	Value			
Equipamento	111.00			
Number Out	Value			
Equipamento	29.0000			
WIP	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
Equipamento	48.0653	(Insufficient)	0.00	82.0000

15:59:58

**Category Overview**

outubro 7, 2020

**Unnamed Project**

Replications: 1      Time Units: Minutes

**Queue**

**Time**

Waiting Time	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
AceitarOrcamento.Queue	21.1929	(Insufficient)	0.00	63.6837
AvaliacaoEstadoEquipamento.Queue	329.86	(Insufficient)	0.00	810.21
EnviarEquipamentoEmpresa.Queue	158.85	(Insufficient)	0.00	451.36
GerarGRP.Queue	553.94	(Insufficient)	0.00	940.75
RececaoOrcamento.Queue	343.18	(Insufficient)	21.1206	958.59
ReparacaoEquipamento.Queue	0.00	(Insufficient)	0.00	0.00
RepararEquipamento.Queue	504.59	(Insufficient)	0.00	1184.46

**Other**

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
AceitarOrcamento.Queue	0.1148	(Insufficient)	0.00	1.0000
AvaliacaoEstadoEquipamento.Queue	14.1009	(Insufficient)	0.00	39.0000
EnviarEquipamentoEmpresa.Queue	2.7107	(Insufficient)	0.00	11.0000
GerarGRP.Queue	8.3538	(Insufficient)	0.00	21.0000
RececaoOrcamento.Queue	3.4556	(Insufficient)	0.00	10.0000
ReparacaoEquipamento.Queue	5.1330	(Insufficient)	0.00	11.0000
RepararEquipamento.Queue	8.4434	(Insufficient)	0.00	19.0000

15:59:58

**Category Overview**

outubro 7, 2020

**Unnamed Project**

Replications: 1      Time Units: Minutes

**Resource**

**Usage**

Instantaneous Utilization				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
DepartamentoGestao	0.7120	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empresa	0.8396	(Insufficient)	0.00	1.0000
EngenheiraSIE	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
SecretariaSIE	0.9836	(Insufficient)	0.00	1.0000
Transportadora	0.7536	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Busy				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
DepartamentoGestao	0.7120	(Insufficient)	0.00	1.0000
Empresa	0.8396	(Insufficient)	0.00	1.0000
EngenheiraSIE	1.0000	(Insufficient)	0.00	1.0000
SecretariaSIE	0.9836	(Insufficient)	0.00	1.0000
Transportadora	0.7536	(Insufficient)	0.00	1.0000
Number Scheduled				
	Average	Half Width	Minimum Value	Maximum Value
DepartamentoGestao	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Empresa	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
EngenheiraSIE	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
SecretariaSIE	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000
Transportadora	1.0000	(Insufficient)	1.0000	1.0000

Unnamed Project

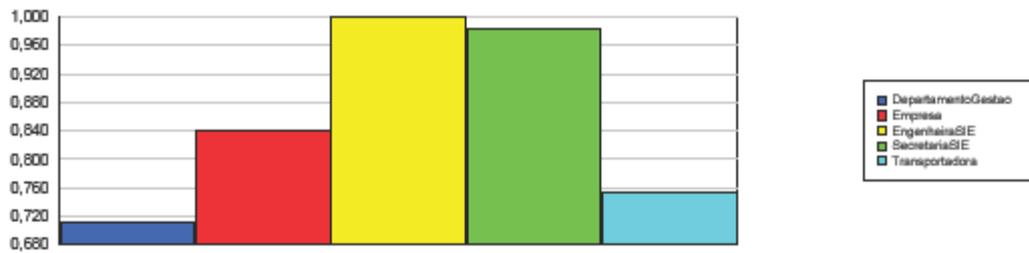
Replications: 1 Time Units: Minutes

Resource

Usage

Scheduled Utilization

	Value
DepartamentoGestao	0.7120
Empresa	0.8396
EngenheiraSIE	1.0000
SecretariaSIE	0.9836
Transportadora	0.7536



Total Number Seized

	Value
DepartamentoGestao	13.0000
Empresa	1.0000
EngenheiraSIE	67.0000
SecretariaSIE	48.0000
Transportadora	25.0000

