



E-MAINTENANCE: APLICAÇÃO DE UM CASO DE ESTUDO NA GESTÃO DE ATIVOS DO BLOCO OPERATÓRIO DE UM GRUPO HOSPITALAR PRIVADO

JOÃO CARLOS ARAUJO FONSECA DA SILVA

outubro de 2022

POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

***E-MAINTENANCE: APLICAÇÃO DE UM CASO DE ESTUDO
NA GESTÃO DE ATIVOS DO BLOCO OPERATÓRIO DE UM
GRUPO HOSPITALAR PRIVADO***

João Carlos Araújo Fonseca da Silva

1160024

2021/2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



E-MAINTENANCE: APLICAÇÃO DE UM CASO DE ESTUDO NA GESTÃO DE ATIVOS DO BLOCO OPERATÓRIO DE UM GRUPO HOSPITALAR PRIVADO

João Carlos Araújo Fonseca da Silva

1160024

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação da Doutora Rafaela Carla Barros Casais.

2021/2022

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica



POLITÉCNICO
DO PORTO

isep

JÚRI

Presidente

Doutor Luís Carlos Ramos Nunes Pinto Ferreira

Professor Coordenador, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Orientador

Doutora Rafaela Carla Barros Casais

Professora Adjunta, Instituto Superior de Engenharia do Porto

Arguente

Doutora Ana Luísa Ferreira Andrade Ramos

Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero agradecer a toda a equipa da *NEXTBITT* em particular ao Engenheiro André Calixto por ter proporcionado o estágio, a toda a equipa do departamento de manutenção do grupo hospitalar privado, principalmente aos Engenheiros Diogo Aguilar Silva e André D’Almeida pela cooperação e ajuda no desenvolvimento do caso de estudo.

À Engenheira Rafaela Casais, por toda a ajuda, incentivo e entrega demonstrados no decorrer do desenvolvimento da presente dissertação.

Agradecer também a família por todo o apoio e compreensão demonstrado durante toda esta jornada.

Agradeço a todos que contribuíram de forma indireta neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão da Manutenção, Manutenção Preventiva, KPI's, *E-maintenance*, Criticidade de ativos

RESUMO

Com o passar dos anos a manutenção tem vindo a ganhar uma enorme importância assumindo um papel fundamental nas organizações. A presente dissertação tem como objetivo a gestão de ativos de electromedicina do bloco operatório de um grupo hospitalar privado.

A relevância do tema está relacionada com constante evolução industrial, onde há a necessidade constante de uma organização se manter no mercado com elevados níveis de qualidade e de sucesso, para isso existe a necessidade de implementar medidas que consigam garantir a eficiência dos seus equipamentos.

É nesta direção que esta dissertação foi elaborada, analisando os indicadores de desempenho de manutenção que permitam aferir a disponibilidade de equipamentos ou classes de equipamentos ao longo do tempo, analisar tipos de avarias por classes de ativos tipificando as avarias mais recorrentes, calcular a taxa de utilização dos equipamentos e observar o impacto da execução das intervenções de manutenção preventiva.

Esta dissertação inicia-se por uma breve introdução, onde é realizado o enquadramento deste trabalho, são apresentados os objetivos e é descrita sumariamente a metodologia científica utilizada na elaboração da mesma.

Na revisão bibliográfica, que constitui o ponto 2 desta dissertação, foi feita uma recolha detalhada de informação relevante sobre o tema, que serviu de referência inicial do trabalho.

No desenvolvimento do caso prático foram retirados e analisados dados do *software* de gestão de ativos *NextBITT*, de forma a serem trabalhados, para atingir o objetivo delineado pelo grupo hospitalar privado. Nas conclusões foram identificados os equipamentos mais críticos, e quais as necessidades de cada um, no que diz respeito a melhorias das suas ações de manutenção preventivas e corretivas. Além disso, foram identificadas as marcas com os melhores resultados, da avaliação operacional efetuada a cada marca de cada ativo, com o objetivo de estas serem as escolhidas em futuras aquisições.

KEYWORDS

Maintenance management; Preventive Maintenance; E-maintenance; Performance indicators; Criticality of assets.

ABSTRACT

Over the years, maintenance has gained enormous importance, assuming a fundamental role in organizations. This dissertation aims to manage the assets of the operating room of a private hospital group.

The relevance of the theme is related to constant industrial evolution, where there is a constant need for an organization to remain in the market with high levels of quality and success, for that there is a need to implement measures that can guarantee the efficiency of its equipment.

It is in this direction that this dissertation was elaborated, analyzing the maintenance performance indicators that allow measuring the availability of equipment or classes of equipment over time, analyzing types of failures by asset classes typifying the most recurrent failures, calculating the rate of use of equipment and observe the impact of carrying out preventive maintenance interventions.

This dissertation begins with a brief introduction, where the framework of this work is carried out, the objectives are presented, and the scientific methodology used in its elaboration is briefly described.

In the literature review, which constitutes point 2 of this dissertation, a detailed collection of relevant information on the topic was carried out, which served as an initial reference for the work.

In the development of the practical case, data from the NextBITT asset management software were removed and analyzed, to be worked on, to achieve the objective outlined by the private hospital group. In the conclusions, the most critical equipment's were identified, and the needs of each one, with regard to improvements in their preventive and corrective maintenance actions. In addition, the brands with the best results were identified, from the operational evaluation carried out on each brand of each asset, with the objective of being chosen in future acquisitions.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Lista de Abreviaturas

AR	<i>Action-Research</i>
CNC	<i>Computer Numeric Control</i>
ERV	<i>Estimated Replace Value</i>
ETAR	Estação de Tratamento de Águas Residuais
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KPI's	<i>Key Performance Indicator</i>
MC	Manutenção Corretiva
MP	Manutenção Preventiva
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PDM	<i>Product Data Management</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>

GLOSSÁRIO DE TERMOS

5S	5 palavras japonesas que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados à gestão visual e ao <i>lean production</i> assente na melhoria contínua.
Lean	Filosofia de negócio que procura otimizar o funcionamento das organizações, utilizando os recursos de forma mais eficiente, eliminando as atividades sem valor acrescentado.
MTBF	Tempo médio entre falhas
MTTR	Tempo médio entre avarias
OEE	Eficácia global do equipamento
SMED	Troca rápida de ferramentas
Stakeholders	Público estratégico descreve todas as pessoas ou "grupo de interesse" que são impactados pelas ações de um empreendimento, projeto, empresa ou negócio.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Metodologia <i>Action Research</i> (Martins <i>et al.</i> , 2020).....	3
Figura 2-1 – Objetivos da manutenção (Muchiri <i>et al.</i> , 2011a).....	8
Figura 2-2 Gravidade	16
Figura 2-3 Urgência	17
Figura 2-4 Tendência	17
Figura 3-1 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Eletrobisturi	31
Figura 3-2 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Candeeiro Cirúrgico	32
Figura 3-3 - Índice de criticidade das diferentes marcas da Coluna de Marquesa	33
Figura 3-4 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Intensificador de Imagem	34
Figura 3-5 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Microscópios Cirúrgicos	35
Figura 3-6 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Monitores de Bis	36
Figura 3-7 - Índice de criticidade das diferentes marcas das Unidades de Aquecimento	37
Figura 3-8 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Vaporizadores	38
Figura 3-9 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Ventiladores	39
Figura 3-10 - Índice de criticidade das diferentes marcas das Unidades de Aquecimento	40
Figura 3-11 -Fluxograma com as etapas do trabalho prático	41
Figura 3-12 -MTBF em dias das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	43
Figura 3-13 -MTBF em dias das marcas do ativo Coluna de Marquesa.....	43
Figura 3-14 -MTBF em dias das marcas do ativo Eletrobisturi	44
Figura 3-15 -MTBF em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem	45
Figura 3-16 -MTBF em dias das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico	45
Figura 3-17 -MTBF em dias das marcas do ativo Unidades de Aquecimento	46
Figura 3-18 -MTBF em dias das marcas dos ativos Ventiladores	47
Figura 3-19 -MTBF em dias das marcas do ativo Marquesa.....	47
Figura 3-20 -MTTR em dias das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	48
Figura 3-21 -MTTR em dias das marcas do ativo Coluna Marquesa.....	49
Figura 3-22 -MTTR em dias das marcas do ativo Eletrobisturi	49

Figura 3-23 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem	50
Figura 3-24 -MTTR em dias das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico	51
Figura 3-25 -MTTR em dias das marcas do ativo Unidade de Aquecimento	51
Figura 3-26 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem	52
Figura 3-27 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem	52
Figura 3-28 -Disponibilidade das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	53
Figura 3-29 -Disponibilidade das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	54
Figura 3-30 -Disponibilidade das marcas do ativo Eletrobisturi	54
Figura 3-31 -Disponibilidade das marcas do ativo Intensificador de Imagem.....	55
Figura 3-32 -Disponibilidade das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico.....	56
Figura 3-33 -Disponibilidade das marcas do ativo Unidade de Aquecimento.....	56
Figura 3-34 -Disponibilidade das marcas do ativo Ventiladores	57
Figura 3-35 -Disponibilidade das marcas do ativo Marquesa.....	57
Figura 3-36 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	58
Figura 3-37 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Coluna Marquesa.....	59
Figura 3-38 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Eletrobisturi	60
Figura 3-39 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Intensificador de Imagem	60
Figura 3-40 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico	61
Figura 3-41 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Unidade de Aquecimento	61
Figura 3-42 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Ventiladores.....	62
Figura 3-43 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Marquesa	62
Figura 3-44 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico	63
Figura 3-45 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Coluna Marquesa.....	64
Figura 3-46 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Eletrobisturi	65
Figura 3-47 - Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Intensificador de Imagem	65
Figura 3-48 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Microscópio Cirúrgico	66
Figura 3-49 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Monitor de Bis	66
Figura 3-50 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Vaporizadores	67
Figura 3-51 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Unidades de Aquecimento.....	67
Figura 3-52 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Ventiladores.....	68

Figura 3-53 - Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Marquesa	68
Figura 3-54 - Avarias mais comuns no ativo Candeeiro Cirúrgico	75
Figura 3-55 - Avarias mais comuns no ativo Coluna Marquesa	75
Figura 3-56 - Avarias mais comuns no ativo Eletrobisturi	76
Figura 3-57 - Avarias mais comuns no ativo Intensificador de Imagem	77
Figura 3-58 - Avarias mais comuns no ativo Marquesa	77
Figura 3-59 - Avarias mais comuns no ativo Microscópio Cirúrgico	78
Figura 3-60 - Avarias mais comuns no ativo Monitor Bis	79
Figura 3-61 - Avarias mais comuns no ativo Unidade de Aquecimento	79
Figura 3-62 - Avarias mais comuns no ativo Vaporizadores	80
Figura 3-63 - Avarias mais comuns no ativo Ventiladores	81
Figura 3-64 - Avarias mais comuns no ativo Ventiladores	90
Figura 3-65 – Desempenho operacional por marca de ativo	99

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Definição de Manutenção	9
Tabela 2 - Tipos de Manutenção	10
Tabela 3 – Indicadores de Desempenho (KPI's) – Casos de estudo práticos	13
Tabela 4 - Criticidade de ativos - Casos de estudo práticos	18
Tabela 5 - Custos de Manutenção - Casos de estudo práticos	19
Tabela 6 - E Maintenance - Casos de estudo práticos	23
Tabela 7 – Visão, Missão, e áreas de negócio da <i>NextBITT</i>	28
Tabela 8 - Listagem da criticidade do ativo Eletrobisturi	31
Tabela 9 - Listagem da criticidade do ativo Candeeiro Cirúrgico	32
Tabela 10 - Listagem da criticidade do ativo Coluna de Marquesa	33
Tabela 11 - Listagem da criticidade do ativo Intensificador de Imagem	34
Tabela 12 - Listagem da criticidade dos Microscópios Cirúrgicos	35
Tabela 13 - Listagem da criticidade do Monitor de Bis	36
Tabela 14 - Listagem da criticidade das Unidades de Aquecimento	37
Tabela 15 - Listagem da criticidade do ativo Vaporizadores	38
Tabela 16 - Listagem da criticidade do ativo Ventiladores	39
Tabela 17 - Listagem da criticidade das Marquesas	40
Tabela 18 – Listagem do número de reparações e dos valores médios dos KPI's dos ativos estudados	42
Tabela 19 - Nível de Criticidade da Manutenção Corretiva	69
Tabela 20 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Eletrobisturi	69
Tabela 21 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Candeeiro Cirúrgico	70
Tabela 22 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Coluna Marquesa	70
Tabela 23 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Intensificador de Imagem	71
Tabela 24 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Microscópios Cirúrgicos	71
Tabela 25 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Monitor de Bis	72
Tabela 26 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Unidade de Aquecimento	72
Tabela 27 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Vaporizadores	73

Tabela 28 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Ventiladores	73
Tabela 29 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Marquesa	74
Tabela 30 – Quantidade de intervenções preventivas para diferentes periodicidades de cada ativo	82
Tabela 31 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Candeeiro Cirúrgico	83
Tabela 32 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Coluna Marquesa	83
Tabela 33 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Eletrobisturi	84
Tabela 34 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Intensificador de Imagem	85
Tabela 35 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Marquesa	86
Tabela 36 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Microscópio Cirúrgico	87
Tabela 37 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Monitor Bis	87
Tabela 38 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Unidade de Aquecimento	88
Tabela 39 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Vaporizadores	88
Tabela 40 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Ventiladores	89
Tabela 41 - Quantidade de intervenções preventivas cumpridas e falhadas de cada ativo	89
Tabela 42 - Equipamentos abatidos do ativo Eletrobisturi	91
Tabela 43 - Equipamentos abatidos do ativo Intensificador de Imagem	92
Tabela 44 - Equipamentos abatidos do ativo Microscópio Cirúrgico	92
Tabela 45 - Equipamentos abatidos do ativo Monitor de Bis	92
Tabela 46 - Equipamentos abatidos do ativo Unidade de Aquecimento	93
Tabela 47 - Equipamentos abatidos do ativo Vaporizadores	94
Tabela 48 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Eletrobisturi	95
Tabela 49 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Intensificador de Imagem	96
Tabela 50 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Microscópio Cirúrgico	96
Tabela 51 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Monitor Bis	96
Tabela 52 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Unidade de Aquecimento	97
Tabela 53 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Vaporizadores	98
Tabela 54 – Cumprimento dos objetivos definidos	104
Tabela 55 - Conclusões para cada marca de ativo estudado	105

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Local e período do estágio	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Metodologia científica	3
1.5	Estrutura.....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1	Conceitos genéricos de manutenção	8
2.1.1	Definição de manutenção	8
2.1.2	Tipos de manutenção	9
2.2	Indicadores de desempenho.....	11
2.3	Métodos de análise de criticidade de ativos.....	15
2.4	Custos de manutenção.....	19
2.5	<i>E-Maintenance</i> na Indústria 4.0.....	23
3	DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO PRÁTICO.....	28
3.1	Apresentação da Empresa	28
3.2	Enquadramento do caso de estudo prático.....	29
3.3	Equipamentos do bloco operatório	29
3.4	Análise da criticidade dos equipamentos do bloco operatório	30
3.4.1	Criticidade - Eletrobisturi.....	31
3.4.2	Criticidade – Candeeiro Cirúrgico.....	32

3.4.3	Criticidade – Coluna de Marquesa	33
3.4.4	Criticidade – Intensificador de Imagem.....	33
3.4.5	Criticidade – Microscópios Cirúrgicos	34
3.4.6	Criticidade – Monitor de Bis	35
3.4.7	Criticidade – Unidade de Aquecimento.....	36
3.4.8	Criticidade – Vaporizadores	37
3.4.9	Criticidade – Ventiladores	38
3.4.10	Criticidade – Marquesas	39
3.5	Análise dos indicadores de desempenho.....	40
3.5.1	Tempo médio entre avarias – MTBF	42
3.5.2	Tempo médio de reparação – MTTR.....	48
3.5.3	Disponibilidade.....	53
3.5.4	Eficiência operacional.....	58
3.6	Análise de avarias dos equipamentos do Bloco Operatório	63
3.6.1	Manutenção corretiva.....	63
3.6.1.1	Avarias por marcas.....	63
3.6.1.2	Análise da criticidade das intervenções de manutenção corretiva	69
3.6.1.3	Avarias mais comuns - Tipificação	74
3.6.1.3.1	Avarias mais comuns no ativo Candeeiro Cirúrgico	74
3.6.1.3.2	Avarias mais comuns no ativo Coluna de Marquesa	75
3.6.1.3.3	Avarias mais comuns no ativo Eletrobisturi	76
3.6.1.3.4	Avarias mais comuns no ativo Intensificador de Imagem.....	76
3.6.1.3.5	Avarias mais comuns no ativo Marquesa.....	77
3.6.1.3.6	Avarias mais comuns no ativo Microscópio Cirúrgico.....	78
3.6.1.3.7	Avarias mais comuns no ativo Monitor de Bis	78
3.6.1.3.8	Avarias mais comuns no ativo Unidade de Aquecimento.....	79
3.6.1.3.9	Avarias mais comuns no ativo Vaporizadores.....	80
3.6.1.3.10	Avarias mais comuns no ativo Ventiladores	80
3.6.2	Manutenção preventiva	81

3.6.2.1	Quantidade de Intervenções e periodicidade de preventivas por marca.....	81
3.6.2.2	Análise das intervenções de manutenção preventiva por marca.....	82
3.6.2.3	Taxa Cumpridas vs Falhadas	89
3.6.3	Estudo da duração média de vida dos diferentes equipamentos	90
3.6.3.1	Equipamentos abatidos	91
3.6.3.2	Relação entre o tempo de vida dos equipamentos e a sua taxa de utilização	94
3.7	Desempenho operacional por marca de cada ativo	98
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS	104
4.1	Conclusões	104
4.2	Propostas de trabalhos futuros.....	109
5	BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO.....	114
6	ANEXOS.....	122
6.1	Anexo 1.....	122
6.2	Anexo 2.....	135

INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.2 LOCAL E PERÍODO DO ESTÁGIO

1.3 OBJETIVOS

1.4 METODOLOGIA CIENTÍFICA

1.5 ESTRUTURA

1 INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo divide-se em cinco tópicos e tem o propósito de enquadrar e apresentar o trabalho desenvolvido no âmbito da dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Os subcapítulos seguintes têm o propósito de apresentar o contexto em que irá ser elaborado e desenvolvido todo o trabalho prático, os seus objetivos, a metodologia seguida e adotada, a estrutura de todo o relatório e para finalizar, uma breve apresentação da empresa de acolhimento.

1.1 Contextualização

De forma a aumentar a eficiência dos equipamentos e dos sistemas produtivos das empresas, os gestores tiveram de refletir e definir novas estratégias para fazer face ao aumento da competitividade industrial. Para existir um máximo rendimento da produção, os gestores começaram a ver a importância da manutenção conjugando diversos fatores, tais como, a disponibilidade de equipamentos, os custos associados a paragens, a qualidade dos produtos produzidos bem como a utilização de menos recursos.

A manutenção reflete-se de forma significativa nos custos totais das empresas, por esse motivo é imperativo delinear estratégias de redução de custos e aumento da disponibilidade dos equipamentos. A quarta revolução industrial e a transformação digital veio facilitar este tipo de estratégias. As tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 estão a desempenhar um papel fundamental nos negócios e na competitividade entre as empresas.

Este crescimento tecnológico, permitiu o aparecimento da manutenção preditiva, este tipo de manutenção oferece excelentes resultados de forma automatizada. É um tipo de manutenção baseado na condição do equipamento que permite a sua monitorização através da implementação de sensores capazes de medir diversos parâmetros. Desta forma, a ocorrência de avarias é possível de prever e, assim, atuar de forma estratégica no planeamento de ações de manutenção, defendendo o sistema produtivo de paragens não-planeadas, sendo possível reduzir custos e aumentar a disponibilidade dos equipamentos.

1.2 Local e período do estágio

O trabalho que se apresenta nesta dissertação descreve as atividades realizadas no âmbito do estágio curricular do Curso de Mestrado em Engenharia Mecânica da especialização de Gestão Industrial do ISEP (Instituto Superior de Porto), desenvolvido na empresa *NextBITT* em parceria com um dos seus clientes, um grupo hospitalar privado.

O caso de estudo deste estágio foi desenvolvido durante o período compreendido entre 1 de março de 2022 e 31 de agosto de 2022 (seis meses), nomeadamente na área de gestão da manutenção de ativos de electromedicina do bloco operatório sob supervisão e acompanhamento do Diogo Aguilar membro pertencente à direção de engenharia e manutenção do grupo hospitalar privado.

1.3 Objetivos

Os objetivos propostos para levar a cabo o desenvolvimento do caso prático da dissertação passam por fazer um estudo da gestão de manutenção de ativos de electromedicina do bloco operatório de um grupo hospitalar privado.

O objetivo da *E-maintenance* é garantir a maior disponibilidade e eficiência ao nível de cada um dos ativos assim como do processo como um todo, assegurando simultaneamente o menor impacto ambiental através da monitorização energética e análise da sustentabilidade do processo.

Para cumprir com esses objetivos, o trabalho deve passar por:

- Estudar a duração média de vida dos diferentes equipamentos médicos, desde o momento de chegada e/ou instalação nas unidades hospitalares até ao momento de abate;
- Analisar os indicadores de desempenho de manutenção, tais como o Tempo Médio entre Avarias (MTBF), o Tempo Médio das Reparações (MTTR), Disponibilidade (%) e Eficiência Operacional (%) dos dispositivos médicos, em função da fase do ciclo de vida em que se encontram;
- Quantificar o número médio de avarias dos equipamentos médicos, logo a necessidade de mais ou menos manutenções corretivas;
- Verificar a relação entre o tempo de vida dos equipamentos médicos e a taxa de utilização dos mesmos;
- Constatar o papel das intervenções de manutenção preventivas na duração da vida dos dispositivos médicos e quais as tarefas realizadas;
- Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos dispositivos médicos.

1.4 Metodologia científica

A metodologia aplicada neste estudo é a pesquisa-ação (AR), tal como o nome sugere, através desta metodologia conseguimos uma análise sequencial de eventos e abordagens por resolução de problemas equivalendo a pesquisa real em ação, como oposição a uma pesquisa sobre a ação. A estratégia apresentada por esta metodologia aplica o conhecimento em ação através da teoria construindo e experimentando em ação (Martins *et al.*, 2020)

A AR foca-se na mudança e reflexão, exigindo que tanto os investigadores como os praticantes tenham uma participação ativa numa situação específica de mudança organizacional contribuindo para o conhecimento da mesma (Sundarakani *et al.*, 2021).

É um processo que contempla diversas etapas, a primeira etapa é de recolha e análise de dados para o diagnóstico do problema, na segunda etapa é efetuado o planeamento das ações, nesta fase são definidas as ações corretivas por determinar, o que precisa mudar e como, considerando os recursos disponíveis.

Na terceira etapa são implementadas as ações definidas na etapa anterior, na quarta etapa é necessário avaliar o resultado da ação – para entender o impacto das mudanças, para que o próximo ciclo possa beneficiar da experiência do ciclo completo. Esta etapa é muito importante porque é a chave para aprender. A quinta e última etapa é monitorização e padronização da melhoria alcançada (Martins *et al.*, 2020). Na Figura 1-1 é possível ver as diferentes etapas da metodologia AR.

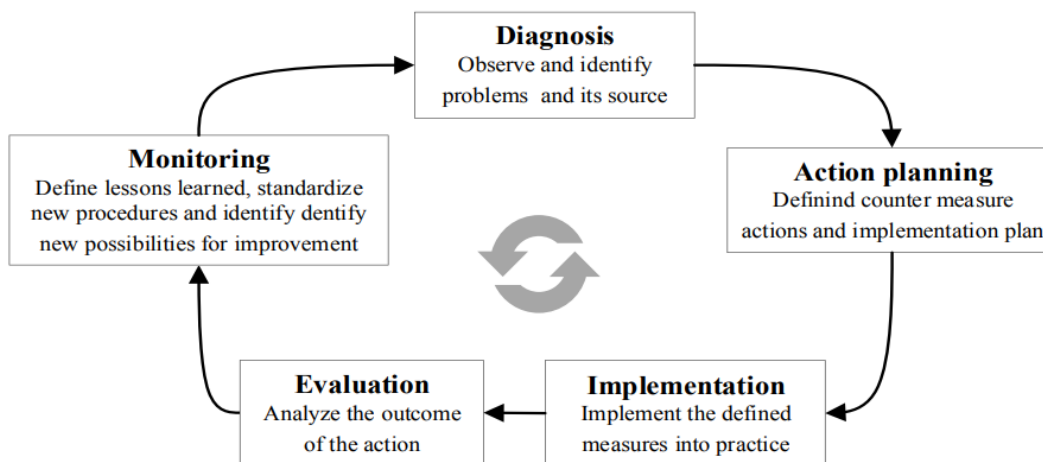


Figura 1-1 Metodologia Action Research (Martins *et al.*, 2020)

1.5 Estrutura

Esta dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos, podendo estes estar divididos em subcapítulos. No capítulo inicial é feita uma introdução, dando a conhecer o contexto em que foi elaborado, os objetivos e a metodologia de desenvolvimento do trabalho. Ainda neste capítulo, é apresentada a sua estrutura e a empresa de acolhimento.

O segundo capítulo é referente à revisão bibliográfica, ou seja, neste capítulo é efetuada uma fundamentação teórica dos temas que se pretende abordar no desenvolvimento trabalho prático. Este capítulo é desdobrado em diversos temas de destaque para a compreensão, fundamentação e sustentação de todo o trabalho a desenvolver.

Posteriormente, o terceiro capítulo destina-se ao desenvolvimento do caso de estudo onde inicialmente é realizado um breve enquadramento do tema, abordando a classificação e tipos de ativos estudados. De seguida encontram-se distribuídos os subcapítulos de forma a conseguir responder aos objetivos definidos para este estudo, nomeadamente, identifica-se a criticidade para os diferentes ativos, avalia-se a taxa de utilização para os equipamentos abatidos e a eficiência operacional dos equipamentos ainda utilizados, analisa-se os indicadores de desempenho, terminando este capítulo com a análise das intervenções de manutenção corretiva e preventiva, identificando as avarias mais comuns entre as diferentes marcas dos equipamentos.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões do estudo, e propostas de melhoria para possíveis trabalhos futuros a serem desenvolvidos.

No quinto e último capítulo constam todas as referências bibliográficas e fontes de informação consultadas durante o desenvolvimento desta dissertação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CONCEITOS GENÉRICOS DE MANUTENÇÃO

2.2 INDICADORES DE DESEMPENHO

2.3 MÉTODOS DE ANÁLISE DE CRITICIDADE DE ATIVOS

2.4 CUSTOS DE MANUTENÇÃO

2.5 E-MAINTENANCE NA INDÚSTRIA 4.0

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceitos genéricos de manutenção

2.1.1 Definição de manutenção

De acordo com Guariente (Guariente *et al.*, 2017) a manutenção é definida como um conjunto de ações de melhorias ou reparações com o fim de atingir um nível de confiabilidade dos equipamentos elevado durante o seu ciclo de vida (Guariente *et al.*, 2017). Os objetivos da manutenção como podemos verificar pode-se resumir de acordo com a Figura 2-1:

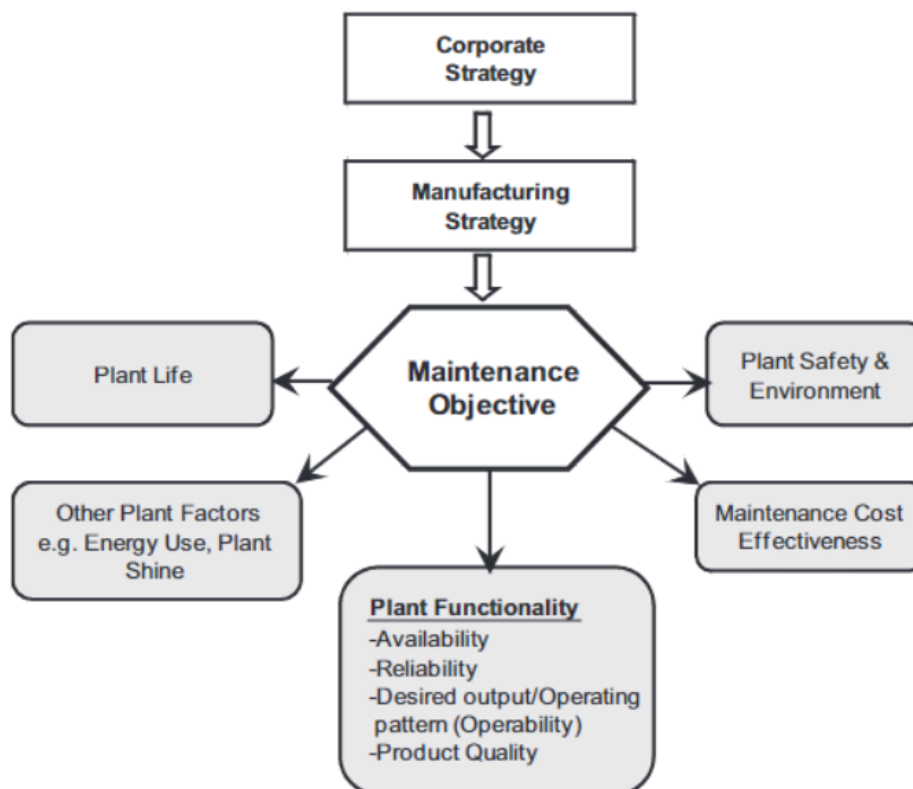


Figura 2-1 – Objetivos da manutenção (Muchiri *et al.*, 2011a))

Segundo Muchiri (Muchiri *et al.*, 2011a)) é possível resumir os objetivos de manutenção em cinco tópicos: garantir a funcionalidade dos equipamentos (disponibilidade, fiabilidade, qualidade do produto etc.); garantir que os equipamentos atinjam a sua vida útil de projeto; garantir a segurança dos equipamentos e do meio ambiente; garantir a relação custo-benefício na manutenção e uso eficaz dos recursos (energia e matérias-

primas). Os objetivos de manutenção definidos numa determinada empresa influenciam o tipo de indicadores de desempenho utilizados.

Mas como a manutenção é um conceito em constante estudo, ao longo dos anos diversos autores foram definindo manutenção de diferentes formas como podemos verificar na Tabela 1:

Tabela 1 - Definição de Manutenção

Autor	Definição
(Pinto <i>et al.</i> , 2019a))	A manutenção é uma questão critica para em depois de analisada e verificada conseguir o desempenho industrial desejado.
(Ferreira <i>et al.</i> , 2020)	Manutenção é um conjunto de ações efetuadas para restaurar um determinado equipamento para que este volte a realizar a tarefa para o qual foi concebido.
(lung <i>et al.</i> , 2007)	A manutenção é um plano que é estabelecido para monitorar os ativos e a sua gestão através de uma rede de internet.

2.1.2 Tipos de manutenção

A manutenção é uma ferramenta cada vez mais determinante em todas as empresas. Como tal existem diferentes tipos de manutenção em que estão divididos em dois grandes grupos a manutenção planeada que engloba todas as tarefas que estão determinadas acontecer, e a manutenção reativa que é toda a manutenção executada quando acontece algo inesperado num determinado equipamento (Guariente *et al.*, 2017). Na Figura 2-2 é possível visualizar de forma esquemática os diferentes tipos de manutenção.

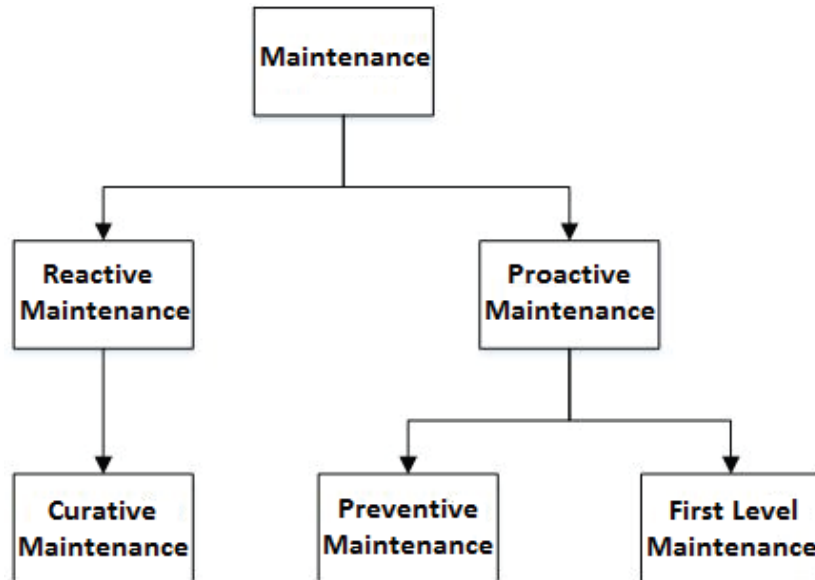


Figura 2-2 - Tipos de manutenção (Guariente *et al.*, 2017)

A Tabela 2 mostra a definição dos diferentes tipos de manutenção abordados por diferentes autores.

Tabela 2 - Tipos de Manutenção

Tipo	Definição
Manutenção Preventiva	A manutenção preventiva é um conjunto de intervenções efetuadas em determinado espaço de tempo de modo a reduzir as falhas do equipamento e aumentar o ciclo de vida do equipamento. Através desta manutenção pretende-se aumentar a disponibilidade do equipamento (Errandonea <i>et al.</i> , 2020).
Manutenção Corretiva	De acordo com o artigo a manutenção corretiva é uma ação que é efetuada quando o equipamento se encontra parado, e que após a análise da falha, esta é reparada e o equipamento volta a sua função normal. Este tipo de manutenção não é programado (Vathoopan <i>et al.</i> , 2018).

Manutenção Preventiva Baseada em condição

Este tipo de manutenção usa diferentes técnicas não destrutivas, inspeção visual e os dados do equipamento para avaliar o estado do equipamento. É um tipo de manutenção que é realizada apenas quando for necessário ao fim de um determinado tempo (Ignat, 2013).

Manutenção Preventiva condicionada

A manutenção preventiva condicionada é um tipo de manutenção baseada no tempo e na previsão, uma vez que é analisado os dados históricos e da experiência que se prevê quando um equipamento pode falhar e assim intervir antes que aconteça a falha (Zheng & Zhou, 2021).

Manutenção Preventiva Sistemática

Este tipo de manutenção é utilizado para tentar minimizar o acontecimento de avarias inesperadas. Para tal são efetuadas intervenções a curto prazo para tentar não afetar muito a disponibilidade do equipamento (Neto *et al.*, 2021).

2.2 Indicadores de desempenho

As empresas para conseguirem uma competitividade maior precisam de obter uma grande capacidade de produção, e para isso precisam de grande disponibilidade dos equipamentos e das instalações. Para conseguirem atingir essa disponibilidade é necessário analisar os indicadores que são verificados e calculados durante a manutenção.

Os indicadores da manutenção são o resultado da análise que devem ter em conta e que posteriormente devem ser otimizados, para assim ser possível conseguir um maior desempenho do equipamento (Muchiri *et al.*, 2011b)).

Os indicadores principais de manutenção monitorizam se as tarefas estão a ser bem executados para que os resultados de produção desejados possam ser alcançados. O processo de manutenção é abordado através de: identificação do trabalho (com base nos objetivos de manutenção e interrupções de desempenho), planejamento de trabalho, agendamento de trabalho e execução (Muchiri *et al.*, 2011b)).

Os principais indicadores de desempenho para cada processo são propostos para medir se os requisitos de cada processo são considerados. Para uma boa utilização desses indicadores é preciso ter em conta alguns critérios como por exemplo:

- Devem conduzir para um comportamento correto;
- Devem ser fáceis de manipular;
- Devem ser fáceis de medir.

Segundo a norma EN 15341:2005, estes indicadores são utilizados para (*Draft for Public Comment, 2005*):

- Medir o estado da manutenção;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar desempenho;
- Identificar pontos fortes e fracos;
- Definir objetivos;
- Planear estratégias e ações;
- Compartilhar os resultados para informar e motivar as pessoas;
- Controlar o progresso e as mudanças ao longo do tempo.

Dos vários indicadores existentes podem-se destacar a Taxa de Avarias, o MTBF (*Mean Time Between Failure*), o MTTR (*Mean Time To Repair*), a Disponibilidade o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), etc. (Muchiri *et al.*, 2011b)).

Na Figura 2-3 podemos verificar alguns valores referência de diferentes indicadores de desempenho (Gulati, 2013).

Métrica	Tipo	Classe Mundial
Custo de manutenção % ERV	3 - 9%	2.5 - 3.5%
Perdas de Produção (breakdown)	5 - 10%	< 1%
Reativa - MC não programada	40 - 55%	< 10%
Manutenção preventiva - PM	40 - 70%	85 - 90%
Horas extra	10 - 20%	< 5%
Retrabalho - Qualidade da Manutenção	~ 10%	< 1%

Figura 2-2- Valores de referência (Gulati, 2013)

Na Tabela 3, estão apresentados vários casos de estudo práticos, de vários autores sobre a aplicabilidade de indicadores de desempenho.

Tabela 3 – Indicadores de Desempenho (KPI's) – Casos de estudo práticos

Referências Bibliográficas	Descrição do trabalho
(Moreira <i>et al.</i> , 2018)	A competitividade empresarial é um fator a ter em conta uma vez que tem aumentado significativamente. E a crise económica que aconteceu levou a novos processos a novos pensamentos a novas otimizações. Neste artigo é feito um estudo da redução de produto toxico e seus custos nas empresas gráficas utilizando três técnicas, a Eficácia Geral do Equipamento (OEE) o Tempo Médio Entre Falhas (MTBF) e o Tempo Médio de Reparação (MTTR). No final foi possível observar que se aumentou o OEE e o MTBF e por seu lado reduziu-se o tempo médio entre falhas. Mas após as conclusões verificou-se que o maior passo foi a redução do consumo de álcool isopropílico nas impressões. Em relação aos custos estes também foram reduzidos.
(Ribeiro <i>et al.</i> , 2019a)	A manutenção é cada vez mais um assunto a ter em conta em qualquer ramo da indústria automóvel. Este estudo tem como grande objetivo o melhoramento da linha de produção através dos métodos de Manutenção Produtiva Total (TPM). Para isso são usados indicadores para verificar quais as causas do elevado número de falhas na linha de produção. Após a análise de todos os valores os resultados foram muito positivos, o MTBF aumentou o MTTR diminuiu a disponibilidade aumentou onde se conclui que a linha se tornou mais produtiva.
(Pinto <i>et al.</i> , 2019b))	Este artigo é um estudo realizado na indústria automóvel que consiste na implementação da norma IATF 16949:2016 que consiste na implementação de indicadores-chave de desempenho para estar de acordo com a manutenção preventiva. Após a recolha de dados sobre o funcionamento da empresa pode-se concluir que através das metodologias SMED e 5S reduziu-se <i>setups</i> , aumento do OEE redução do tempo perdido em intervenções, o que tudo somado leva ao aumento da Disponibilidade.

(Pinto *et al.*, 2020)

Existem várias metodologias para através delas criar planos de manutenção. Este artigo mostra a implementação do TPM nas máquinas de uma empresa de Embraiagens e Comandos Hidráulicos. O TPM tem como grande objetivo a eliminação de perdas. Foram efetuados planos de manutenção preventiva e corretiva que por sua vez foram seguidos à risca, e que após a análise dos dados as avarias reduziram 23% nos tornos e 38% nos centros de Maquinagem CNC (*Computer Numeric Control*) o que levou ao aumento da disponibilidade e do OEE.

(Ferreira *et al.*, 2019)

O artigo descreve a importância dos indicadores na manutenção proativa mais propriamente na gestão dos equipamentos obsoletos. Foi criado um novo KPI para a gestão dos equipamentos obsoletos e através de uma matriz de decisão foi possível controlar esses equipamentos obsoletos. O método foi testado numa empresa de laticínios o qual teve muito sucesso.

(Mwanza & Mbohwa, 2015)

Uma empresa de produção de produtos químicos na Zâmbia que tem muitos problemas ao nível da manutenção. Para melhor foi implementado um sistema TPM para melhorar e minimizar as perdas. A implementação do TPM verificou grandes problemas ao nível da manutenção principalmente ao nível dos sobressalentes. Verificou-se que a implementação do TPM iria trazer muitas melhorias na empresa que a tornaria mais eficaz tendo equipamentos mais disponíveis e consequentemente um OEE mais elevado uma vez que no início do estudo, tinha valores abaixo do valor mundial requerido.

(Gonzalez *et al.*, 2017)

Os indicadores KPI são muito importantes na indústria para verificar a evolução do seu negócio. Neste artigo implementa-se esses indicadores num parque eólico para determinar o desempenho do mesmo. Após a análise de todos os KPI verifica-se que são extremamente necessários mais dados de grande importância para conseguir melhores resultados dos indicadores-chave.

(dos Reis *et al.*, 2019)

Este artigo refere-se à implementação do TPM numa empresa automóvel mais propriamente nas suas linhas de produção. Foi efetuada uma análise de quais as causas para as avarias e como prevenir essas avarias. Foi efetuada uma implementação com êxito uma vez que se aumentou 18,5% da disponibilidade comparado com o valor inicial.

(Corsini *et al.*, 2016)

Este artigo mostra a implementação dos indicadores KPI numa indústria alimentar, ao nível do uso de energia. Para tal, foi implementado um novo KPI para avaliação da eficiência energética. Este novo indicador foi implementado com sucesso que através dele é possível verificar o consumo de energia e onde existem fugas no processo.

(Sohn, Yoon, & Chang, 2006)

As aeronaves possuem um grande problema ao nível da disponibilidade, e para melhorar este indicador é necessário controlar dois fatores MTBF e MTTR. Neste artigo é efetuada uma análise a estes dois indicadores e quais as suas vantagens. Através de uma distribuição de *Weibull* analisou-se vários fatores o que não foi possível retirar grandes conclusões. Conclui-se que a manutenção preventiva bem planeada pode solucionar um pouco esse problema.

(Guariente *et al.*, 2017a))

Neste artigo foi efetuada um estudo para a redução dos custos e conseqüentemente o aumento da produtividade. Então a disponibilidade era um fator muito importante para esse objetivo, e a manutenção autónoma foi o aspeto a ter em conta. Com isso aumentou em 10% a disponibilidade das linhas e paralelamente o OEE em 8%.

2.3 Métodos de análise de criticidade de ativos

A qualidade é um atributo que está associado a todos os produtos, e nas empresas isto ainda se torna mais crucial uma vez que é um atributo fulcral para a competitividade da empresa no mercado.

Esta, para atingir essa qualidade desejada, deve seguir com grande rigor um determinado plano para conseguir à primeira, o que para isso tem que todos os

equipamentos estar operacionais e a desempenhar a função com grande precisão. Se existir qualidade conseguimos eliminar fatores como por exemplo:

- Correção do produto;
- Inspeção do produto;
- Insatisfação do cliente;
- Perda de imagem da empresa;
- Desperdício de tempo;
- Desperdício de tempo em recuperar;
- Substituir itens defeituosos;
- Custos adicionais.

Então, para conseguir essa qualidade é preciso verificar todos os equipamentos que são necessários para esse produto, e através de uma análise de criticidade. A criticidade é um método utilizado na Manutenção, onde através do qual retiramos indicadores de quais os equipamentos mais críticos para a empresa de forma a tornarem-se prioritários para efetuar a intervenção. Essas intervenções permitem manter o equipamento sempre em funcionamento e em bom estado. (Pereira *et al.*, 2020)

A matriz de priorização GUT é um método muito utilizado na criticidade que foi desenvolvido por Kepner e Tregoe em 1980 uma vez que analisa três fatores, Gravidade (G), Urgência (U) e Tendência (T). É bastante útil, através de uma classificação quantitativa é possível atribuir para cada fator um índice de importância e assim verificar quais os problemas que apresentam maior risco (Braga *et al.*, 2019).

As Figuras 2-4, 2-5 e 2-6 mostram os diferentes índices de importância que classificam os diferentes tipos de gravidade, urgência e tendência.

Grau	Classificação do grau	Pontuação
Total	Risco de impacto de morte irreversível, com perda excessiva de desempenho, perda financeira muito alta.	10.0
Elevado	Perigo de acidente para os utilizadores, danos recuperáveis ao nível do meio ambiente e do edifício.	8.0
Médio	Risco à saúde dos utilizadores ocasionado pela degradação dos sistemas, danos ambientais reversíveis, perda financeira média.	6.0
Baixo	Sem risco à saúde dos utilizadores, baixa degradação ambiental, necessidade de substituição de alguns sistemas, baixa perda financeira.	3.0
Nenhum	Sem risco para a saúde ou físico, degradações mínimas do meio ambiente, sem danos financeiros.	1.0

Figura 2-2 Gravidade

Grau	Classificação do grau	Pontuação
Total	Progresso imediato da manifestação, pode piorar rapidamente	10.0
Elevado	Evolução da situação, prestes a acontecer	8.0
Médio	Evolução a médio prazo.	6.0
Baixo	Possível evolução a longo prazo. Pode ocorrer. Atraso na evolução.	3.0
Nenhum	Situação estabilizada, sem caso de evolução	1.0

Figura 2-3 Urgência

Grau	Classificação do grau	Pontuação
Total	Intervenção imediata, necessidade de interdição de bens sem prazo de retoma.	10.0
Elevado	Evento na iminência de acontecer, intervenção urgente	8.0
Médio	Adversidade esperada em breve, necessidade de intervir rapidamente.	6.0
Baixo	Iniciação de um incidente, intervenção ainda em programação.	3.0
Nenhum	Adversidade inesperada, mas monitorização necessária para futura manutenção.	1.0

Figura 2-4 Tendência

Após ter definido o valor para cada um dos três critérios, o procedimento passa pela multiplicação destes, dando origem ao cálculo do GUT ($G \times U \times T$). Após o valor dessa multiplicação, irá ser visível qual é o ativo que precisa de mais urgência na sua resolução (Ribeiro De Carvalho, Rosse, & Barbosa 2020).

A criticidade dos ativos também pode ser estabelecida através da análise ABC. Esta análise está classificada em três categorias, tal como o nome indica, A (alta), B (média) e C (baixa) que tem por base um fluxograma onde se pode verificar a relação questão/avaliação. Estes critérios servem para determinar qual a categoria que tem que se ter em conta:

- Impacto ambiental;
- Segurança;
- Qualidade;
- Tempo de operação;

- Entrega;
- Fiabilidade;
- Manutibilidade.

Na Tabela 4 são apresentados diversos estudos que comprovam a utilização das duas ferramentas de avaliação de criticidade de ativos.

Tabela 4 - Criticidade de ativos - Casos de estudo práticos

Referências Bibliográficas	Descrição do trabalho
(Pereira <i>et al.</i> , 2020)	Este artigo mostra a implementação de uma ferramenta de análise de criticidade, a matriz GUT, de uma empresa automóvel com o objetivo de melhorar a qualidade do produto reduzindo o desperdício.
(Braga <i>et al.</i> , 2019)	A matriz GUT foi um método utilizado para avaliar pequenas falhas em três edifícios históricos. Através dos dados recolhidos classificou-se esses danos para verificar quais as falhas prioritárias. Concluiu-se que esta avaliação teve uma importância enorme para conseguir preservar os edifícios.
(Santos <i>et al.</i> , 2019)	A indústria alimentar é um tipo de indústria que tem como grande objetivo a qualidade do produto uma vez que são sempre produções em grande volume. Para tal todos os equipamentos devem estar em muito boas condições e foi para conseguir isso que se classificou todos os equipamentos de acordo com a análise ABC. Esta análise permitiu estabelecer uma organização dos equipamentos de acordo com a sua classe de importância.
(Jaderi <i>et al.</i> , 2019)	A indústria química é caracterizada por grandes acidentes após uma análise detalhada, conclui-se que são causados por falhas de alguns equipamentos. Então efetuou-se um estudo de criticidade de ativos onde se verificou que, de 107 ativos 10 estão no nível crítico e os restantes no nível normal. Após a análise foram efetuados planos de manutenção de acordo com os valores obtidos.

(Gong *et al.*, 2020)

Este artigo mostra o estudo de criticidade de peças tendo em conta o modo de falha, para em seguida obter quais os equipamentos críticos. Após o estudo verificou-se que o método ABC permite a manutenção mais eficiente uma vez que os equipamentos críticos estão identificados logo reduz o número de falhas.

(Leoni *et al.*, 2021)

Este artigo mostra um estudo nas centrais elétricas próximas das cidades urbanas, para reduzir possíveis falhas realizou-se um plano de manutenção tendo em conta o risco. Então, foi utilizada a análise de criticidade dos equipamentos para assim conseguir identificar quais os mais críticos. Em suma conclui-se que dos três métodos usados todos dependem de dados e por isso dependendo do que queremos analisar teremos de escolher o mais adequado.

2.4 Custos de manutenção

Com a evolução da indústria e com a chegada da indústria 4.0, os sistemas tornaram-se mais complexos, se não for tudo levado ao pormenor pode levar a grandes falhas e posteriormente a grandes perdas. Para isso, é preciso elaborar planos de manutenção pormenorizados para que os equipamentos quando em execução não falhem o que pode levar a elados custos para depois reparar.

Os custos de manutenção são todos aqueles custos que estão associados a manutenção o que podem ser de valor elevado ou de valor mais reduzido. Por isso, é preciso ter em conta os custos ao elaborar um plano de manutenção, porque se o plano for muito bem elaborado os custos de manutenção vão reduzir o que vai levar a mais regalias para a empresa.

Para a redução dos custos de manutenção requer-se uma elaborada análise dos componentes e de todo o histórico dos equipamentos.

Na Tabela 5 são apresentados diversos casos de estudo práticos que comprovam os benefícios de um controlo eficaz de custos de manutenção.

Tabela 5 - Custos de Manutenção - Casos de estudo práticos

**Referências
Bibliográficas**

Descrição do trabalho

(Mofokeng *et al.*, 2020)

A indústria aeronáutica é um mercado que está sempre em constante competição. Para isso as companhias tendem a reduzir os custos das operações. A manutenção é uma fase importante nesta redução que através de intervenções de manutenção programadas podem reduzir os custos. Este artigo analisa as partes mais críticas de um avião tais como o combustível, o trem de aterragem, o ar condicionado e as comunicações que se deve ter em conta para assim conseguir reduzir os custos da manutenção uma vez que são nestes quatro segmentos que ocorre mais avarias.

(Leva *et al.*, 2018)

Com a constante evolução dos equipamentos de trabalho onde paralelamente acompanha a evolução da empresa, existem equipamentos que se tornam mais antigos o que pode levar depois a grandes custos na manutenção. Este artigo revela um estudo sobre o custo benefício para esses equipamentos. Concluiu-se que a manutenção programada reduz mesmo assim os custos de manutenção de equipamentos antigos, mas capazes de laborar.

(Hagström *et al.*, 2020)

O artigo estuda os custos de manutenção e compara os custos de manutenção em equipamentos novos e antigos. Pode-se verificar que o equipamento novo tem custos de manutenção mais elevados que os equipamentos mais antigos.

(Spinelli, *et al.*, 2019)

O artigo mostra o estudo dos custos de manutenção de máquinas agrícolas e de tratores agrícolas usados no corte de árvores. Após o estudo a conclusão foi que os custos de manutenção das máquinas é o esperado e estimado na manutenção já o custo da manutenção dos tratores agrícolas aumenta muito uma vez que não são projetados para este tipo de trabalho.

(Hernández-Chover *et al.*, 2021)

Nas estações de tratamento de água residuais (ETAR) também é um fator importante a manutenção e os seus custos associados. Um bom planeamento da manutenção reduz as paragens e aumenta a disponibilidade das infraestruturas. O estudo compara que o planeamento

	<p>adequado da manutenção reduz o risco das avarias e que se a ETAR aumentar o valor para os custos de manutenção ainda consegue obter mais eficiência no seu serviço.</p>
<p>(Baji <i>et al.</i>, 2017)</p>	<p>Este artigo relata o estudo num túnel subterrâneo em <i>Melbourne</i> construído em 1980 que com o passar dos anos está sujeito a degradações. Para resolver isso foi elaborado um plano de manutenção tendo em conta vários tipos de falha e também para reduzir o custo das intervenções. O plano pormenorizado elaborado permite ajudar os operadores a não obter falhas catastróficas no túnel e assim aumentar o tempo de vida útil do túnel. Pode-se concluir que falhas catastróficas ou falhas graves são de elevado valor financeiro.</p>
<p>(Wang <i>et al.</i>, 2018)</p>	<p>Este artigo revela um estudo feito aos cascos de um navio para assim reduzir os custos na manutenção. Após feito o estudo pode verificar-se que se mudar a cada dez anos o aço dos cascos do navio, é possível reduzir os custos da manutenção.</p>
<p>(Niu, 2021)</p>	<p>No artigo descrito é realizado um estudo de uma rede de fluxo e a sua capacidade tendo em conta o plano de manutenção e os custos associados à mesma. Foi elaborado um algoritmo capaz de analisar a capacidade da rede e a sua fiabilidade, não deixando de parte o orçamento estabelecido.</p>
<p>(Pan <i>et al.</i>, 2021)</p>	<p>Este artigo mostra um estudo de quatro tratamentos efetuados a diferentes tipos de pavimentos e quais os custos associados a intervenções. Foi criado um indicador de desempenho para medir a eficácia dos tratamentos. A análise de custo do ciclo de vida foi realizada para avaliar o custo-benefício do tratamento ao longo de um período de análise de 50 anos. Este estudo serviu para saber qual os custos associados a cada intervenção de manutenção e como é possível reduzir os mesmos nos diferentes tipos de pavimentos.</p>

(Izquierdo *et al.*, 2020) A energia eólica é cada vez mais utilizada, mas os custos associados á manutenção dos parques eólicos é muito elevado. Este artigo mostra um estudo efetuado para reduzir os custos das intervenções de manutenção. Através da fiabilidade dos componentes verificou-se que que diminuíram os custos e que através dessa redução é possível atrair novos investidores para novos parques.

(Özgür-Ünlüakın *et al.*, 2021) Este artigo mostra o estudo efetuado para tentar reduzir os custos através do tempo de paragem das de componente ocultos nas centrais elétricas. Através de um método estatístico é possível verificar que é possível reduzir os custos de manutenção com a redução do número de paragens para intervenções de manutenção. O objetivo passou por utilizar um planeamento de ações de manutenção corretiva em sistemas com componentes ocultos. Desta forma, são propostos vários métodos, sendo que cada um tem o propósito de “equilibrar o custo com o efeito de probabilidade de falha”: estes métodos dão um custo total menor para todos os valores de custo de inatividade e o seu destaque torna-se relevante ao passo que esse valor intensifica; uma análise estatística constata que, através da abordagem proposta, se consegue atingir ganhos nos custos de manutenção.

(Dui *et al.*, 2017) Este artigo mostra o estudo da importância de uma análise integrada na redução de custos, para assim conseguir identificar quais os componentes que necessitam de manutenção preventiva. As características do estudo baseado nos custos foram observadas para determinar as relações entre as taxas de falha, os parâmetros de forma e os parâmetros de escala dos diferentes componentes. Este estudo foi aplicado numa turbina eólica e obtiveram-se bons resultados.

2.5 E-Maintenance na Indústria 4.0

Em 2011 nasceu a indústria 4.0 que também é conhecida como a quarta revolução na indústria. Esta revolução tem como objetivo a otimização de processos através de equipamentos sofisticados e que consigo ter grandes tempos de disponibilidade para assim, aumentar a competitividade da empresa dentro do seu setor empresarial.

Isto resume-se a um conjunto de novas tecnologias e processos capazes de realizar o produto mais complexo para corresponder a novas mudanças (Galego *et al.*, 2020).

Comprovando a importância do recurso à *E-maintenance*, são apresentados vários artigos de diversos autores sobre o tema na Tabela 6.

Tabela 6 - E Maintenance - Casos de estudo práticos

Referências Bibliográficas	Descrição do trabalho
(Ceruti <i>et al.</i> , 2019)	O artigo mostra o estudo de duas tecnologias para apoiar a manutenção, em específico, as práticas da Indústria 4.0 mais adequadas à manutenção aeronáutica. As tecnologias de Realidade Aumentada e Manufatura Aditiva, podem apoiar tarefas de manutenção e produção de peças de reposição, respetivamente. O objetivo deste estudo é demonstrar que a Realidade Aumentada e a Manufatura Aditiva são ferramentas viáveis na manutenção aeronáutica.
(Kaczmarek <i>et al.</i> , 2019)	O artigo mostra a importância da manutenção na indústria 4.0, visto que esta pode ajudar a aumentar a vida dos equipamentos e a não ter paragens indesejadas. A manutenção também contribui para a minimização dos custos e de um ambiente de trabalho mais seguro.
(Ebrahimi <i>et al.</i> , 2019)	Este artigo mostra um estudo na indústria automóvel e da transformação de uma linha de produção de acordo com a indústria 4.0. Este estudo tem como base o WCM (<i>World Class Manufacturing</i>). Neste estudo existiu uma alteração dos planos de manutenção da linha de produção com o acrescento de mais duas etapas.

(Einabadi *et al.*, 2019)

A indústria 4.0 é caracterizada por sistemas inteligentes, e este artigo mostra o estudo da vida útil dos componentes de máquinas feito através de uma rede de inteligência artificial. Assim com todos os dados dos componentes e do modelo consegue-se reduzir os custos de manutenção.

(Alves & Ravetti, 2020)

Este artigo mostra o estudo dos problemas no planejamento da manutenção na indústria 4.0. Assim através de uma heurística e de robustez verifica-se que quanto maior os lotes, menos falhas existem.

(Jain *et al.*, 2020)

Este artigo mostra o estudo através da fiabilidade dos componentes para estudar diferentes diagnósticos de avarias. Os resultados mostraram que os diagnósticos das avarias ajudam a perceber melhor os equipamentos sendo mais fácil criar um plano de manutenção preditiva considerando a criticidade do sistema, a dependência dos componentes, os recursos de manutenção disponíveis e o nível de fiabilidade nos resultados obtidos.

(Wippel *et al.*, 2021)

Neste artigo é efetuado o estudo da implementação da indústria 4.0 na manutenção de rolamentos para veículos ferroviários. A gestão da manutenção dos rolamentos segue os tipos de manutenção baseada na condição condições (CBM) e manutenção preditiva. O objetivo deste estudo é efetuar esta gestão a partir das novas tecnologias da indústria 4.0.

(Sahba *et al.*, 2021)

Este artigo propõe uma nova fórmula de PDM (*Product Data Management*) baseado na indústria 4.0. Essa fórmula usa *stakeholders* e processos de reconhecimento artificial para reduzir os custos de manutenção. Os resultados conseguidos foram muito bons.

DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO

PRÁTICO

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

3.2 ENQUADRAMENTO DO CASO PRÁTICO

3.3 EQUIPAMENTOS DO BLOCO OPERATÓRIO

3.4 ANÁLISE DA CRITICIDADE DOS EQUIPAMENTOS DO BLOCO OPERATÓRIO

3.5 ANÁLISE DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

3.6 ANÁLISE DE AVARIAS DOS EQUIPAMENTOS DO BLOCO OPERATÓRIO

3 DESENVOLVIMENTO DO CASO DE ESTUDO PRÁTICO

3.1 Apresentação da Empresa

A *NextBITT* é uma empresa sediada em Lisboa que tem como principal missão disponibilizar soluções inovadoras que permitam otimizar a gestão de ativos físicos dos seus clientes. Trabalha com as maiores empresas, o que faz da *NextBITT* uma referência em *Asset Management*, *Facility Management* e *Field Service*. Na Tabela 7 está apresentada a visão, missão, e áreas de negócio da *NextBITT*.

Tabela 7 – Visão, Missão, e áreas de negócio da *NextBITT*

Missão	Disponibilizar uma solução inovadora que permita otimizar a gestão de ativos físicos. Utilizando as melhores tecnologias para desenvolver as soluções mais credível e fáceis de utilizar pelos seus clientes.
Filosofia	Acreditamos na tecnologia e na nossa capacidade de a utilizar na resposta ideal aos desafios de cada empresa. Procuramos sempre a solução técnica mais segura, eficaz e fácil de utilizar. Confiamos na experiência, conhecimento e capacidade de inovar da nossa equipa. Conhecemos bem os nossos clientes e trabalhamos com eles na entrega de uma solução tecnológica que resolva os seus desafios.
Equipa multidisciplinar	A <i>NextBITT</i> é composta por um conjunto variado de pessoas com experiências e competências diferentes, desde a consultoria à programação de <i>software</i> . Evoluímos a nossa solução diariamente com base no contato com os clientes e suas necessidades, aliando a estas o expertise da equipa de desenvolvimento de produto.
Áreas de Negócio	<ul style="list-style-type: none"> • Banca e Retalho Especializado; • Transportes; • Indústria; • Saúde; • Arenas.

3.2 Enquadramento do caso de estudo prático

O Bloco Operatório (BO) de uma unidade hospitalar, é constituído por um conjunto integrado de meios físicos, técnicos e humanos, vocacionados para a prestação de tratamentos e cuidados anestésico-cirúrgicos, onde se realizam intervenções cirúrgicas programadas e de urgência, bem como exames e tratamentos invasivos que requeiram um elevado nível de cuidados de assepsia e/ou anestesia, ao paciente.

O presente caso de estudo prático foi desenvolvido em torno da gestão de ativos dos equipamentos de electromedicina do bloco operatório do grupo hospitalar privado. Os ativos selecionados alvo deste estudo, foram previamente selecionados pela equipa técnica da manutenção.

Inicialmente foi necessário conhecer os diversos equipamentos que foram selecionados, através de uma análise da criticidade. Posto isto foram avaliadas as intervenções que foram executadas bem como as ações previamente planeadas e por fim identificou-se os problemas comuns entre eles de forma a avaliar o seu desempenho ao nível de funcionamento.

Este estudo teve como principal objetivo fornecer ao departamento de manutenção o estado geral de todas as marcas dos ativos de electromedicina do bloco, de forma a ajudar a perceção de quais as marcas mais fiáveis para o bom funcionamento das suas atividades, podendo influenciar as futuras aquisições de equipamentos assim como o planeamento das intervenções preventivas.

3.3 Equipamentos do bloco operatório

Os ativos de electromedicina do bloco operatório do grupo hospitalar, selecionados para o estudo deste caso de estudo prático, foram:

- Candeeiro Cirúrgico;
- Eletrobisturi;
- Intensificador de imagem;
- Marquesa cirúrgica;
- Coluna Marquesa;
- Monitor de Bis;
- Vaporizador;
- Ventilador;
- Unidade de Aquecimento;
- Microscópio cirúrgico.

3.4 Análise da criticidade dos equipamentos do bloco operatório

No âmbito da aplicação da metodologia *Action Research*, o primeiro passo para o desenvolvimento deste trabalho baseou-se na observação, identificação e análise dos problemas.

Após conhecer a partir de uma visita a uma unidade hospitalar do grupo e identificar os equipamentos alvo para a realização deste estudo, procedeu-se a uma análise da criticidade de cada tipo de ativo. Este estudo é importante, uma vez que, facilita a perceção relativamente ao número de equipamentos existentes em todas as unidades hospitalares do grupo e aos seus graus de importância.

No ponto 2.3 da revisão bibliográfica, foi abordado o estudo deste tema e foi possível analisar que a criticidade de um equipamento pode ser avaliada através de diversos métodos, os dois métodos estudados nesta dissertação foi o método da matriz ABC e o método da matriz GUT.

No departamento de manutenção do grupo hospitalar utilizaram uma adaptação do método da matriz ABC. Existe como regra geral a atribuição de um grau de criticidade para cada equipamento. Este grau é atribuído de acordo com o desempenho do equipamento e com as informações do fabricante.

Para tal o departamento de manutenção definiu dois pontos cruciais para a atribuição da criticidade aos equipamentos:

- O nível de segurança – este nível de segurança é atribuído pela ECRI
- Grau criticidade atribuído pela unidade hospitalar;

Depois de conjugar os dois pontos anteriores é atribuído o grau de criticidade do equipamento, mas de salientar que é sempre considerado o menor número dos dois pontos anteriores.

Os graus de criticidade definidos pelo departamento de manutenção para os equipamentos do bloco operatório foram os seguintes:

- Grau 1 – Emergente/crítico
- Grau 2 – Urgente/Importante
- Grau 3 – Normal

Para saber qual a criticidade dos equipamentos alvo de estudo, foi efetuada uma análise no *software NextBITT*, onde foram recolhidos todos os dados de criticidade dos diferentes ativos e posteriormente organizados e trabalhados de acordo com as necessidades pretendidas.

3.4.1 Criticidade - Eletrobisturi

No que diz respeito ao ativo Eletrobisturi, existem na totalidade 194 equipamentos divididos por 31 marcas. Destas, dominam a marca ERBE, a marca COVIDIEN e a marca OLYMPUS. Na Tabela 8 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados salienta-se que todos os ativos apresentam um grau de criticidade Urgente (2).

Tabela 8 - Listagem da criticidade do ativo Eletrobisturi

Eletrobisturi	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	0
Urgente	194
Normal	0
Total	194

Para identificar a criticidade das diferentes marcas do equipamento é possível observar na Figura 3-1 que todas as marcas deste ativo possuem um grau de criticidade Urgente (2).

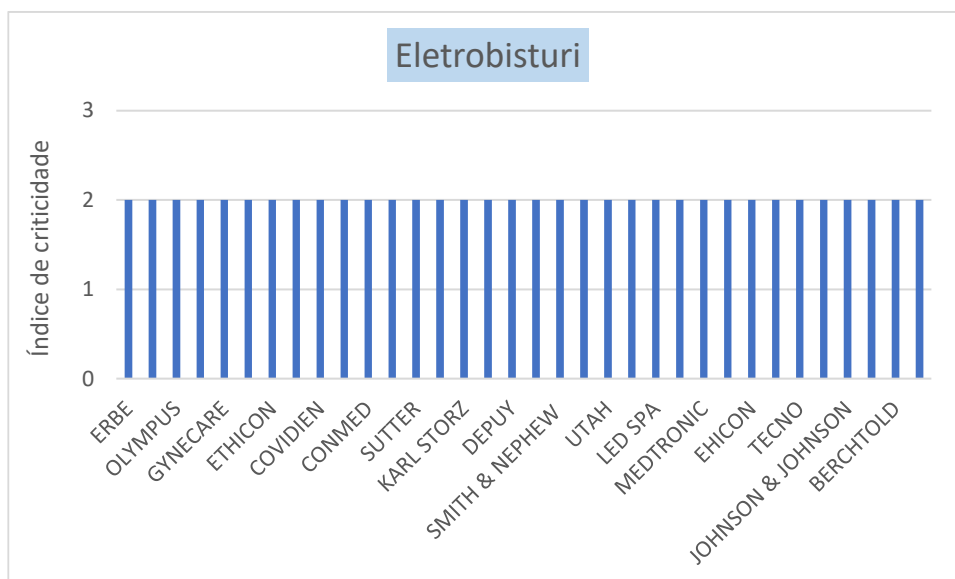


Figura 3-1 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Eletrobisturi

3.4.2 Criticidade – Candeeiro Cirúrgico

Como é possível ver na Tabela 9, existem 82 candeeiros cirúrgicos distribuídos por 8 marcas. A marca BERCHTOLD com 20 equipamentos, a marca DRAGER com 17 equipamentos e a marca TRUMPF com 14 equipamentos são as que existem em maior número. Da análise efetuada à Tabela 9 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados salienta-se a maioria dos ativos apresentam um grau de criticidade Urgente (2).

Tabela 9 - Listagem da criticidade do ativo Candeeiro Cirúrgico

Candeeiro Cirúrgico	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	24
Urgente	58
Normal	0
Total	82

Na Figura 3-2, é possível identificar no gráfico a criticidade das diferentes marcas apenas as marcas TRUMPF e TRILUX têm índice de criticidade Emergente (1).

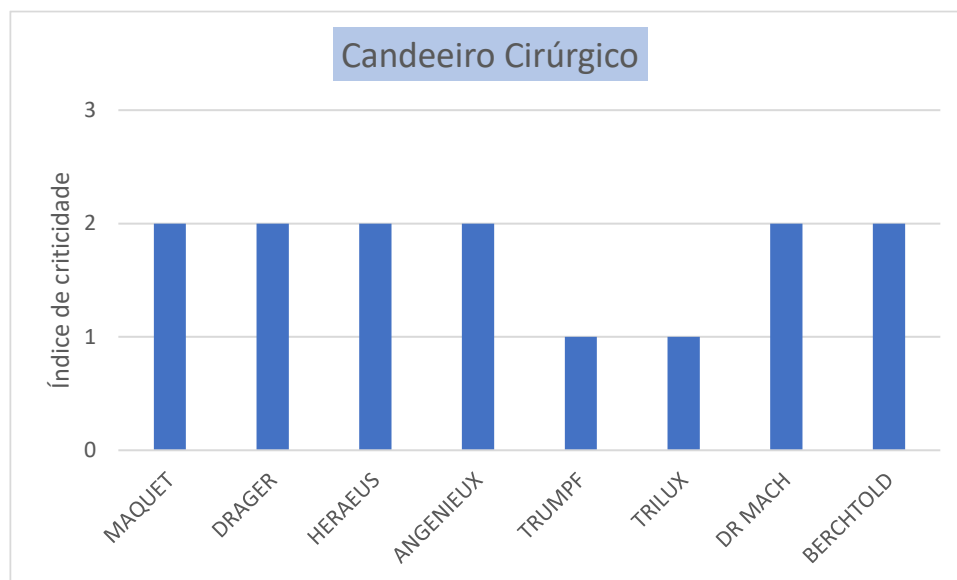


Figura 3-2 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Candeeiro Cirúrgico

3.4.3 Criticidade – Coluna de Marquesa

A avaliação da criticidade do ativo Coluna de Marquesa foi executada da mesma forma. Foram contabilizados um total de 18 ativos distribuídos por apenas 3 marcas. A marca MAQUET é a que detém a maioria dos ativos 11.

Tabela 10 - Listagem da criticidade do ativo Coluna de Marquesa

Coluna de Marquesa	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	18
Normal	0
Total	18

Na Figura 3-3, é possível verificar que a todas as marcas do ativo Coluna de Marquesa apresentam grau de criticidade Urgente (2).

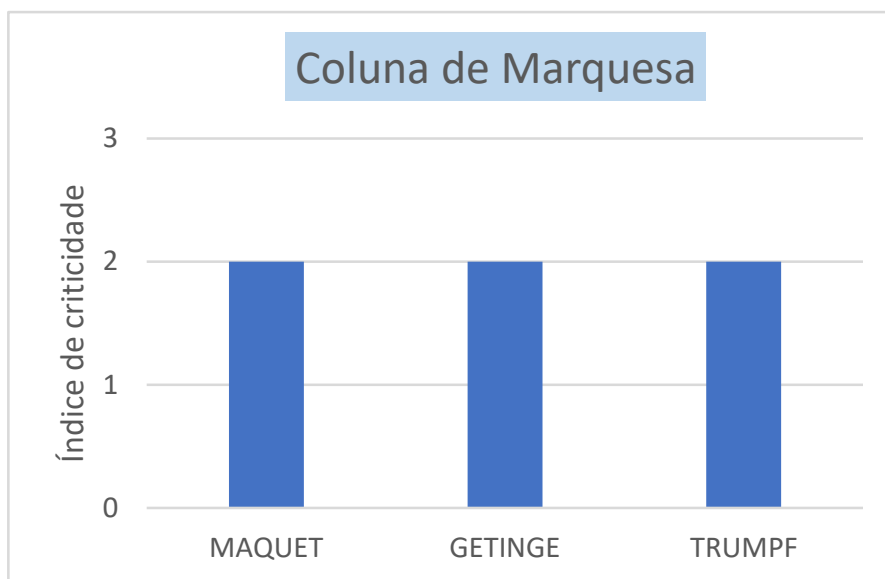


Figura 3-3 - Índice de criticidade das diferentes marcas da Coluna de Marquesa

3.4.4 Criticidade – Intensificador de Imagem

No caso do ativo Intensificador de Imagem, existem na totalidade 27 equipamentos divididos por 6 marcas. Destas, dominam a marca SIEMENS e a marca GE HEALTHCARE.

Na Tabela 11 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados salienta-se que todos os ativos apresentam um grau de criticidade Urgente (2).

Tabela 11 - Listagem da criticidade do ativo Intensificador de Imagem

Intensificador de Imagem	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	0
Urgente	31
Normal	0
Total	31

Para identificar a criticidade das diferentes marcas do equipamento é possível observar na Figura 3-4 que todas as marcas deste ativo possuem um grau de criticidade Urgente (2).

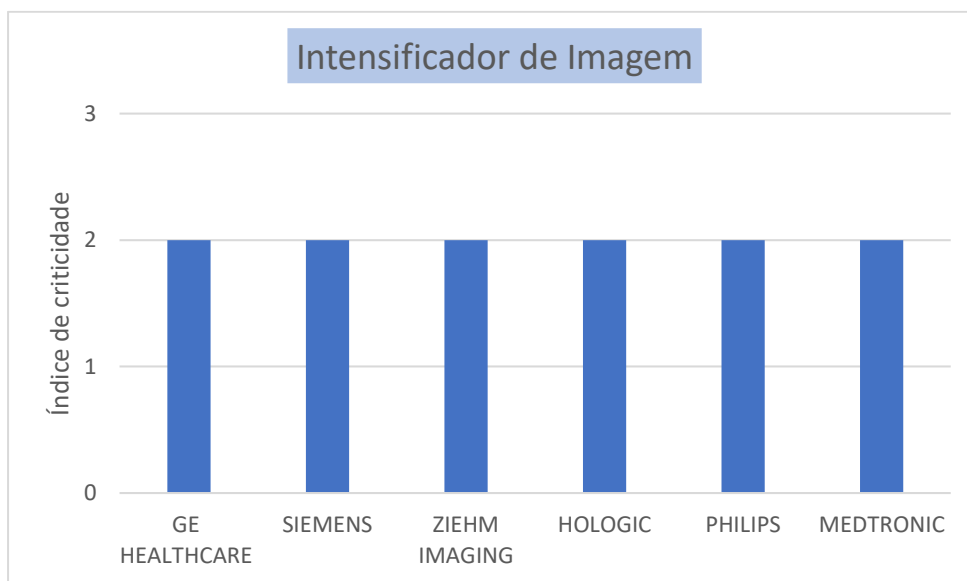


Figura 3-4 - Índice de criticidade das diferentes marcas do Intensificador de Imagem

3.4.5 Criticidade – Microscópios Cirúrgicos

Para este tipo de ativo apenas se registou a existência de equipamentos distribuídos pelos graus emergente e normal. Foram registados 40 equipamentos, dos quais apenas 1 apresentou o menor grau de criticidade.

Na Tabela 12 é possível verificar as respetivas quantidades de ativos distribuídos por grau de criticidade.

Tabela 12 - Listagem da criticidade dos Microscópios Cirúrgicos

Microscópios Cirúrgicos	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	39
Urgente	0
Normal	1
Total	40

O gráfico da Figura 3-5 permite identificar que na família dos microscópios cirúrgicos, e de acordo com o funcionamento dos mesmos, quase a totalidade dos equipamentos tem grau 1 ou emergente, apenas os equipamentos da marca LUXOR é que possui grau 3 ou normal.

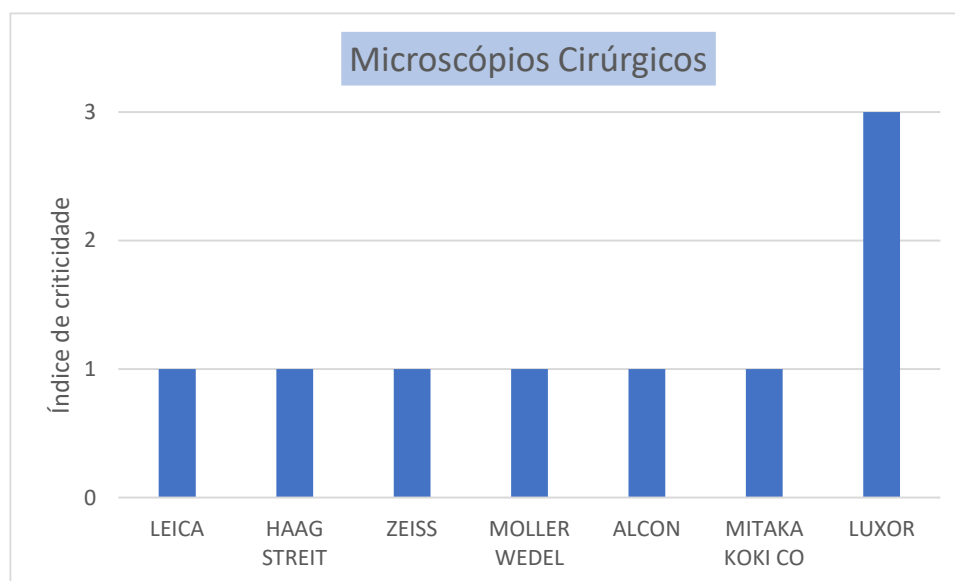


Figura 3-5 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Microscópios Cirúrgicos

3.4.6 Criticidade – Monitor de Bis

No caso do ativo Monitor de Bis, existem na totalidade 72 equipamentos divididos por 5 marcas. Destas, domina a marca COVDIEN.

Na Tabela 13 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados salienta-se que todos os ativos apresentam um grau de criticidade Normal (3).

Tabela 13 - Listagem da criticidade do Monitor de Bis

Monitor de Bis	
Grau de criticidade	Quantidade
Urgente	0
Emergente	0
Normal	72
Total	72

No caso dos Monitores de Bis (Figura 3-6) verifica-se que todas as marcas possuem grau 3 ou normal o que revela que são aparelhos que não necessitam de muita preocupação por parte do departamento de manutenção.

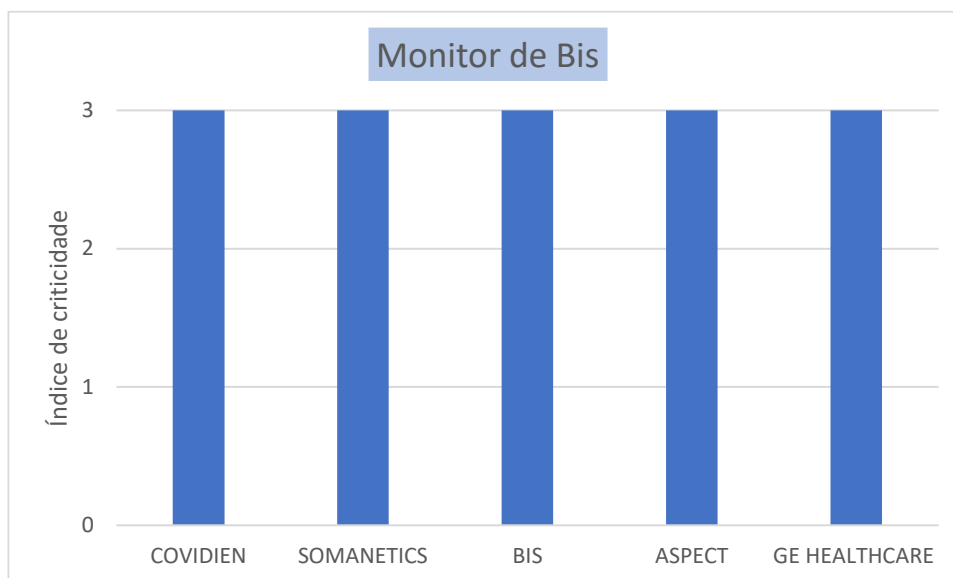


Figura 3-6 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Monitores de Bis

3.4.7 Criticidade – Unidade de Aquecimento

No caso do ativo Unidade de Aquecimento, existem na totalidade 103 equipamentos divididos por 9 marcas. Destas, domina a marca COVIDIEN.

Na Tabela 14 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados é possível verificar que dos 103 ativos 91 apresentam um grau de criticidade Normal (3), havendo 10 que apresentam grau de criticidade Emergente (1).

Tabela 14 - Listagem da criticidade das Unidades de Aquecimento

Unidade de Aquecimento	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	10
Urgente	2
Normal	91
Total	103

Na Figura 3-7 verifica-se a distribuição do índice de criticidade pelas diferentes marcas, o grau 3 ou normal é o índice que predomina neste tipo de ativo. No entanto existe um equipamento da marca MAQUET que foi atribuído o grau 2 e 10 equipamentos da marca HOTLINE onde foi atribuído grau 1.

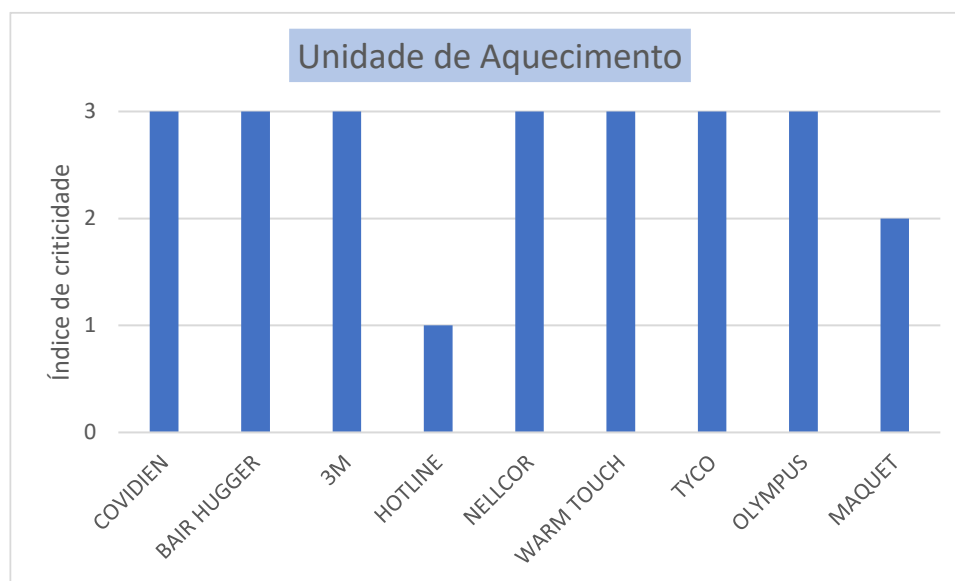


Figura 3-7 - Índice de criticidade das diferentes marcas das Unidades de Aquecimento

3.4.8 Criticidade – Vaporizadores

No caso dos ativos Vaporizadores, existem na totalidade 120 equipamentos divididos por 8 marcas. Destas, domina a marca DRAGER com 92 ativos.

Na Tabela 15 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados salienta-se que todos os ativos apresentam um grau de criticidade Urgente (2).

Tabela 15 - Listagem da criticidade do ativo Vaporizadores

Vaporizadores	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	0
Urgente	120
Normal	0
Total	120

Para identificar a criticidade das diferentes marcas do equipamento é possível observar na Figura 3-8 que todas as marcas deste ativo possuem um grau de criticidade Urgente (2).

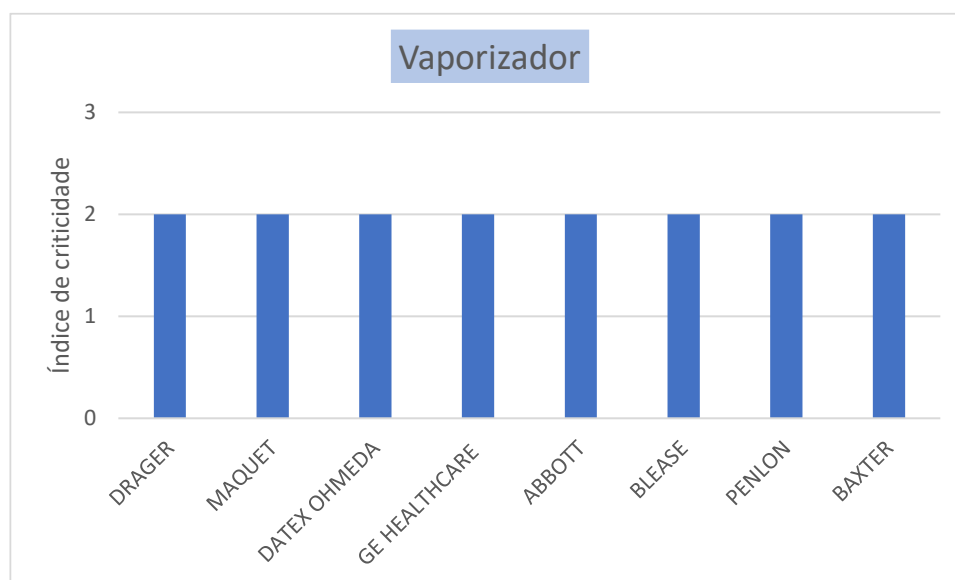


Figura 3-8 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Vaporizadores

3.4.9 Criticidade – Ventiladores

Os ativos Ventiladores, seguem o mesmo modelo dos Vaporizadores. No caso deste ativo existem na totalidade 58 equipamentos divididos por 8 marcas. Destas, dominam as marcas DRAGER com 28 ativos e a GE HEALTHCARE com 17 ativos.

Na Tabela 16 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados é possível verificar que todos os ativos apresentam um grau de criticidade Urgente (2).

Tabela 16 - Listagem da criticidade do ativo Ventiladores

Ventiladores	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	0
Urgente	58
Normal	0
Total	58

Para identificar a criticidade das diferentes marcas do equipamento é possível observar na Figura 3-9 que todas as marcas deste ativo possuem um grau de criticidade Urgente (2).

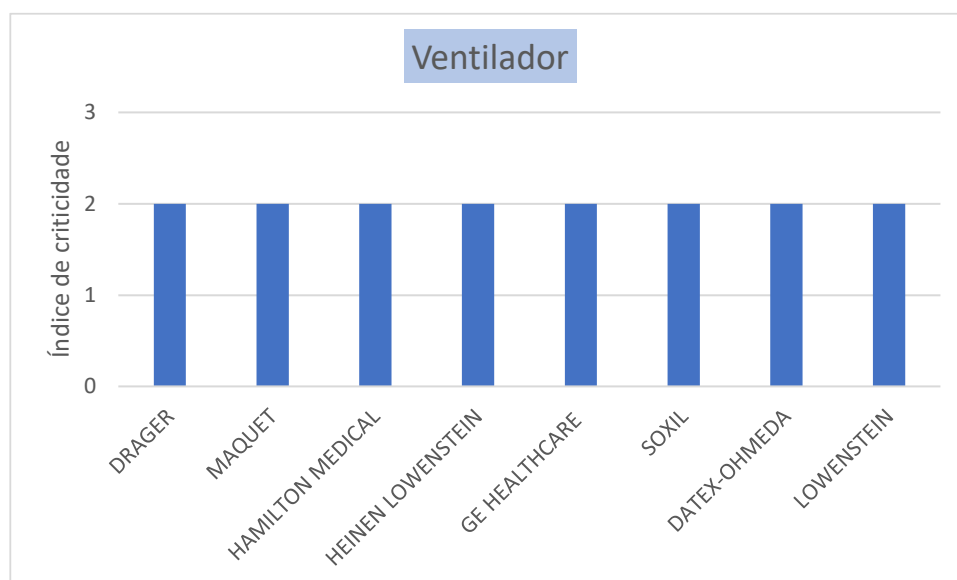


Figura 3-9 - Índice de criticidade das diferentes marcas dos Ventiladores

3.4.10 Criticidade – Marquesas

Por fim, temos o ativo Marquesas, existem na totalidade 36 equipamentos divididos por 10 marcas. Destas, dominam a marca MAQUET (10) e a marca TRUMPF (17).

Na Tabela 17 é possível verificar, o número de equipamentos de cada grau de criticidade. Da análise efetuada aos dados é possível verificar que dos 36 ativos 32 apresentam um grau de criticidade Urgente (2), havendo 2 que apresentam grau de criticidade Emergente (1) e outros 2 que apresentam grau de criticidade Normal (3).

Tabela 17 - Listagem da criticidade das Marquesas

Marquesas	
Grau de criticidade	Quantidade
Emergente	2
Urgente	32
Normal	2
Total	36

Na Figura 3-10 é possível visualizar a distribuição do índice de criticidade pelas diferentes marcas, o grau Urgente (2) é o índice que predomina neste tipo de ativo.

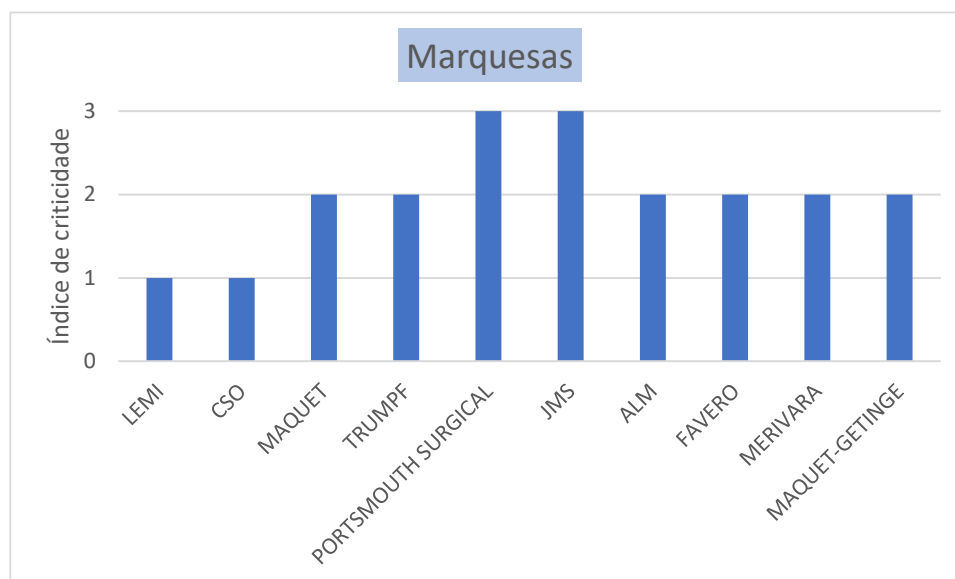


Figura 3-10 - Índice de criticidade das diferentes marcas das Unidades de Aquecimento

No entanto existem dois equipamentos, um da marca LEMI e um da marca CSO que foi atribuído o grau Emergente (1) e dois equipamentos um da marca PORTSMOUTH SURGICAL e um da marca JMS onde foi atribuído grau Normal (3).

3.5 Análise dos indicadores de desempenho

A segunda e a terceira fase da metodologia *Action Research* assenta planeamento das ações face aos problemas identificados e implementação tendo em conta as duas etapas anteriores. Neste âmbito, delineou-se para este trabalho as seguintes etapas (Figura 3-11):

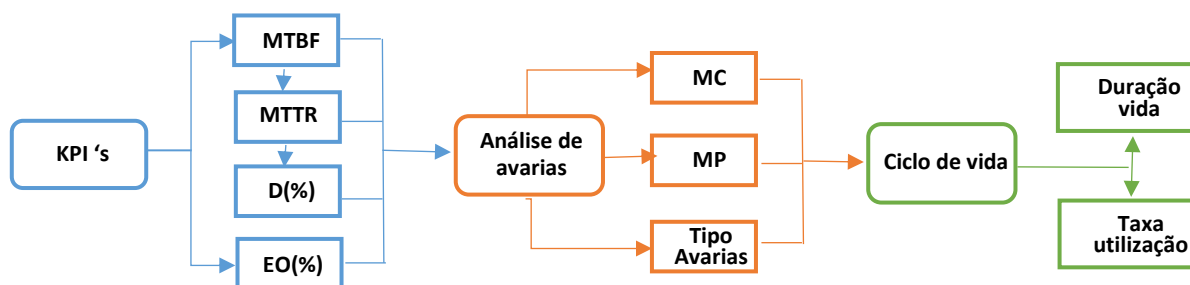


Figura 3-11 -Fluxograma com as etapas do trabalho prático

A manutenção efetuada nos equipamentos é uma operação muito importante que tem como função manter o melhor funcionamento do equipamento. Os indicadores de desempenho representam um papel fundamental para a análise e monitorização dos equipamentos.

Conforme enunciado no ponto 2.2 da revisão bibliográfica, existem vários indicadores de desempenho que ajudam as equipas de manutenção a monitorizar os equipamentos e caso seja necessário elaborarem planos de melhoria de desempenho.

O departamento de manutenção do grupo hospitalar, no seu sistema de base de dados, utiliza apenas três indicadores sendo estes o MTBF (*Mean Time Between Failures*), o MTTR (*Mean Time To Repaire*) e a Disponibilidade (D(%)). Para além desses indicadores foi desenvolvido também o estudo da Eficiência Operacional (EO(%)) dos ativos.

Neste subcapítulo, os quatro indicadores foram estudados separadamente, analisando cada um relativamente as marcas de ativos que sofreram reparações no período de dois anos, entre 1 de janeiro de 2020 e 1 de janeiro de 2022.

Este estudo teve como principal objetivo perceber, entre as marcas estudadas, quais as que detêm melhor ou pior desempenho. Este estudo serve para o departamento de manutenção saber quais os ativos que podem ser alvo de uma maior atenção e monitorização.

Na Tabela 18 podemos observar uma vista general dos valores médios dos indicadores de Desempenho dos ativos estudados. Para perceber um pouco melhor de quais as marcas que necessitam de estudo por parte do departamento de manutenção, foi feito nos subcapítulos seguintes um estudo dos indicadores de desempenho por marcas de cada ativo.

Tabela 18 – Listagem do número de reparações e dos valores médios dos KPI's dos ativos estudados

Aparelhos	Nº de reparações	Nº de equipamentos	MTBF (dias)	MTTR (dias)	Disponibilidade (%)	Eficiência Operacional (%)
Candeeiro cirurgico	77	82	116.8	12.8	86.9	96.3
Coluna de marquesa	59	18	48.5	10.4	82.1	101.5
Eletrobisturi	227	194	272.7	15.4	92.3	90.3
Intensificador de Imagem	103	31	95.5	11.5	90.5	91.9
Microscópios Cirurgicos	127	40	76.4	23.3	87.1	98.4
Monitor de Bis	64	72	107	6	94.7	87.5
Unidade de Aquecimento	61	103	115	4.1	96.4	86.1
Vaporizadores	6	120	2	0.4	85.2	97.3
Ventiladores	421	58	55.8	7.2	94.3	87.9
Marquesa	92	36	118	20.9	80.5	105.7

3.5.1 Tempo médio entre avarias – MTBF

Este indicador de desempenho permite identificar o tempo que demorou o equipamento a avariar, após ter sido reparado. Isto permite ao gestor da manutenção entender a fiabilidade dos equipamentos. Neste caso de estudo o MTBF encontra-se em dias, já que é a unidade utilizada na plataforma de análise de dados do grupo hospitalar, designada por “*Insights*”.

Começando por analisar o MTBF do ativo Candeeiro Cirúrgico, a marca que mais se destaca é a BERCHTOLD como podemos ver no gráfico da Figura 3-12. Esta tem o maior MTBF, com um valor de 197 dias entre avarias o que significa que estes equipamentos serão os mais fiáveis de todos as marcas analisadas. Por outro lado, a marca DR MACH apresenta um MTBF de 40 dias, esta marca deve ser alvo de atenção por parte do departamento de manutenção.

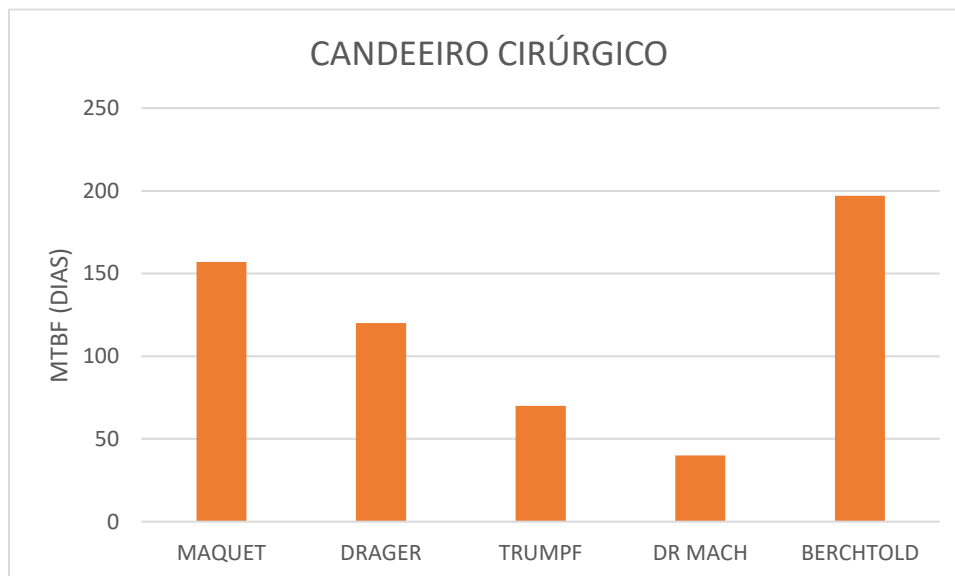


Figura 3-12 -MTBF em dias das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

Das oito marcas existentes para este ativo, apenas cinco marcas apresentam valores de MTBF, as três marcas em falta, são as marcas que na base de dados não possuíam registro de reparações, logo não foi possível efetuar o cálculo deste indicador.

No caso do ativo Coluna de Marquesa, é possível verificar através do gráfico da Figura 3-13, o tempo médio entre avarias neste tipo de equipamentos e nas respectivas marcas.

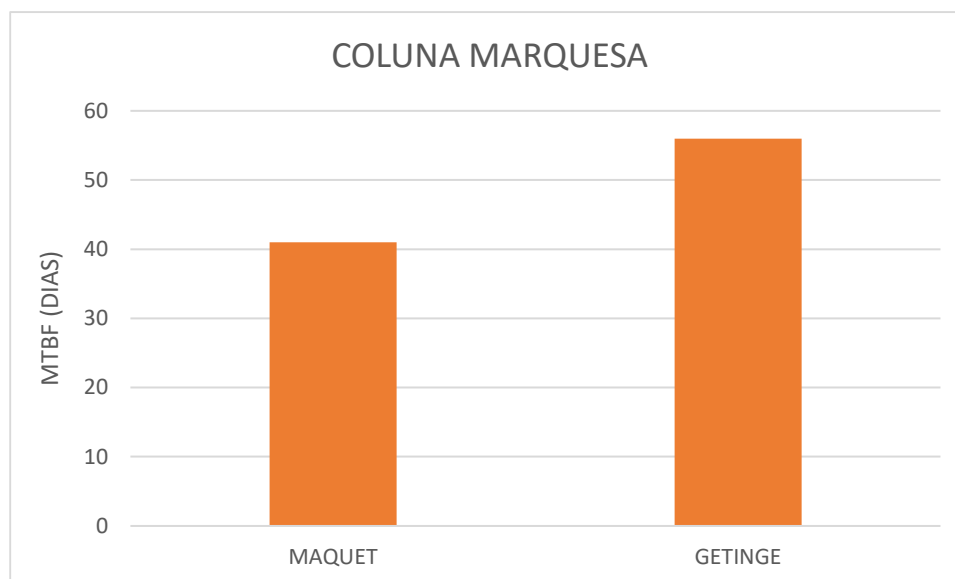


Figura 3-13 -MTBF em dias das marcas do ativo Coluna de Marquesa

Das três marcas existentes para este ativo, a marca GETINGE é a que demonstrou ter maior tempo entre avarias foi de 56 dias. No entanto este valor não parece ser um valor ideal para este indicador já que existem avarias neste equipamento de 2 em 2 meses aproximadamente. De forma a aumentar este indicador nesta marca e na marca

MAQUET, o ideal seria programar a manutenção preventiva com menor intervalo de tempo entre intervenções periódicas.

No caso da marca TRUMPF não existe registo de histórico de intervenções por isso não aparece o valor calculado de MTBF para essa marca no gráfico.

Fazendo a análise ao MTBF do ativo Eletrobisturi, podemos verificar na Figura 3-14 que das 31 marcas existentes apenas à registo de intervenções em 15 marcas. Das marcas estudadas a marca que possui um maior valor de MTBF são as marcas STRYKER com um MTBF de 608 dias e ETHICON com MTBF de 585 dias. Estas duas marcas são bastante fiáveis.

Pelo contrário, as marcas LAMIDEY NOURY e VALLEYLAB apresentam valores de MTBF muito baixos, 49 dias e 58 dias respetivamente. Estas marcas devem ser alvo de estudo por parte do departamento de manutenção, já que os equipamentos destas marcas apresentam baixa fiabilidade.

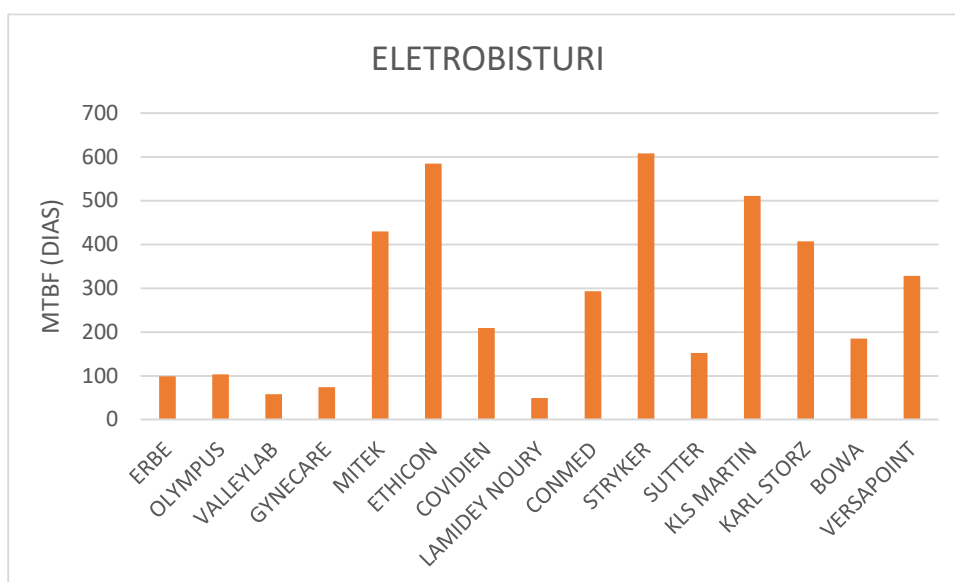


Figura 3-14 -MTBF em dias das marcas do ativo Eletrobisturi

A partir da análise do gráfico da Figura 3-15 é possível concluir que o Intensificador de Imagem da marca PHILIPS é o que apresenta melhores resultados, tendo o maior tempo entre avarias no valor de 194 dias.

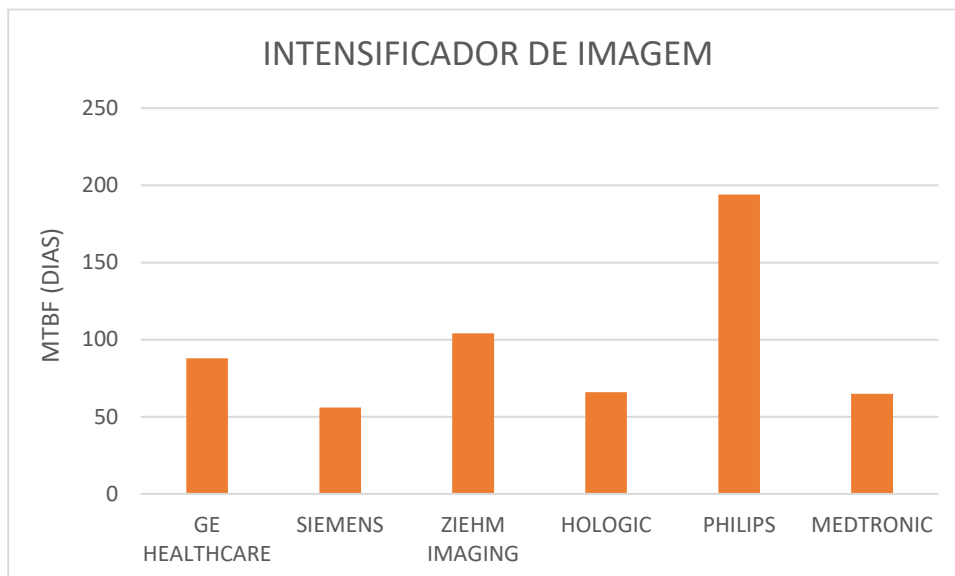


Figura 3-15 -MTBF em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem

Para o ativo Microscópio Cirúrgico das 7 marcas estudadas apenas 5 apresentam histórico de intervenções para se efetuar o cálculo do MTBF.

Analisando os valores do gráfico da Figura 3-16, a marca que se destaca neste ativo é a marca HAAG STREIT com um valor de 139 dias. O ativo da marca LUXOR apresenta um valor muito baixo o que se vai refletir na disponibilidade do mesmo.

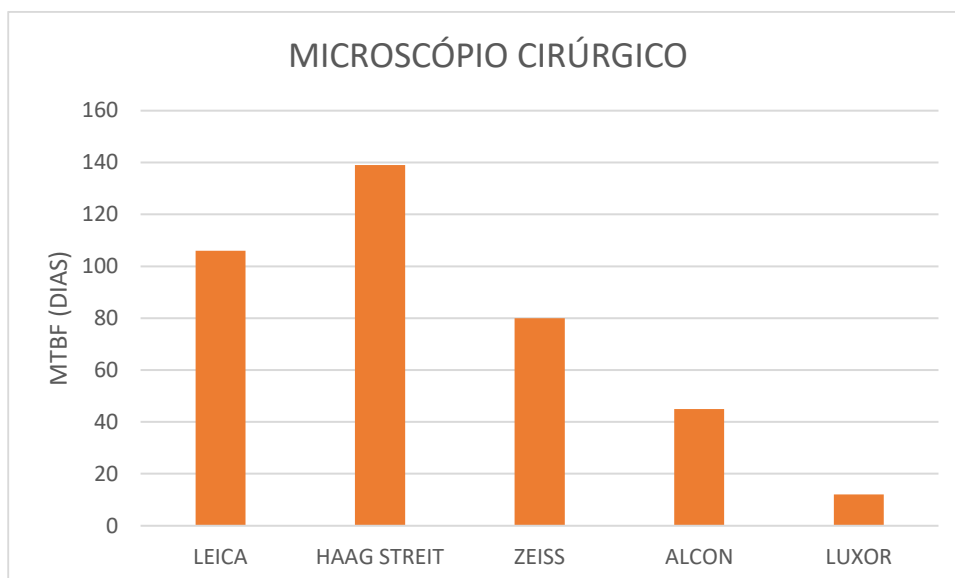


Figura 3-16 -MTBF em dias das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico

No caso do Monitor de Bis das 5 marcas estudadas apenas foram encontrados dados dos equipamentos de marca COVIDIEN. Apesar de não se poder comparar com outras

marcas podemos verificar que os equipamentos possuem um bom valor de MTBF de 107 dias, aproximadamente 3 meses.

No grupo dos ativos Unidades de Aquecimento, verifica-se que apenas duas marcas são possíveis de comparar das 8 marcas em estudo. A marca WARM TOUCH possui um MTBF de 130 dias, mas é de salientar que a marca COVIDIEN também possui um valor interessante de MTBF no valor de 100 dias, esta informação é possível visualizar na Figura 3-17.

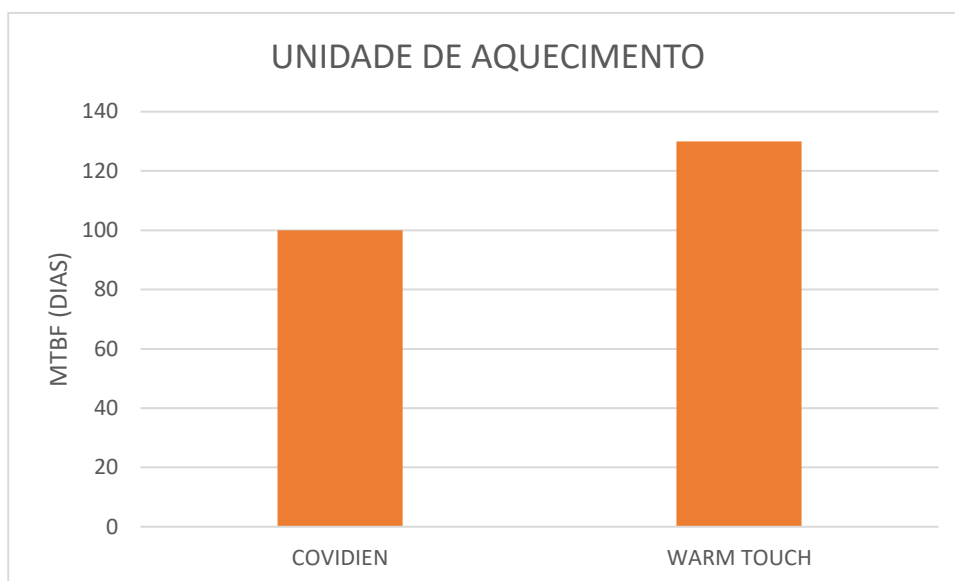


Figura 3-17 -MTBF em dias das marcas do ativo Unidades de Aquecimento

Nos ativos Vaporizadores apenas foram encontrados dados de uma marca das 8 marcas existentes. Mesmo o valor da marca DRAGER registado não apresenta confiança. Neste sentido é difícil retirar conclusões sobre o MTBF deste ativo. É necessário o departamento de manutenção investigar qual a causa da falta de registo das intervenções efetuadas neste ativo.

A Figura 3-18 ilustra os valores do MTBF dos ativos Ventiladores. Das 8 marcas estudadas, apenas quatro marcas apresentam dados para calcular os valores do MTBF.

A marca HEINEN LOWENSTEIN apresenta um valor de 105 dias, o que para este tipo de ativo parece ser um valor aceitável. No caso da marca LOWENSTEIN o MTBF é bastante baixo de 5 dias o que faz com que haja a necessidade de um estudo por parte do departamento de manutenção a esta marca.

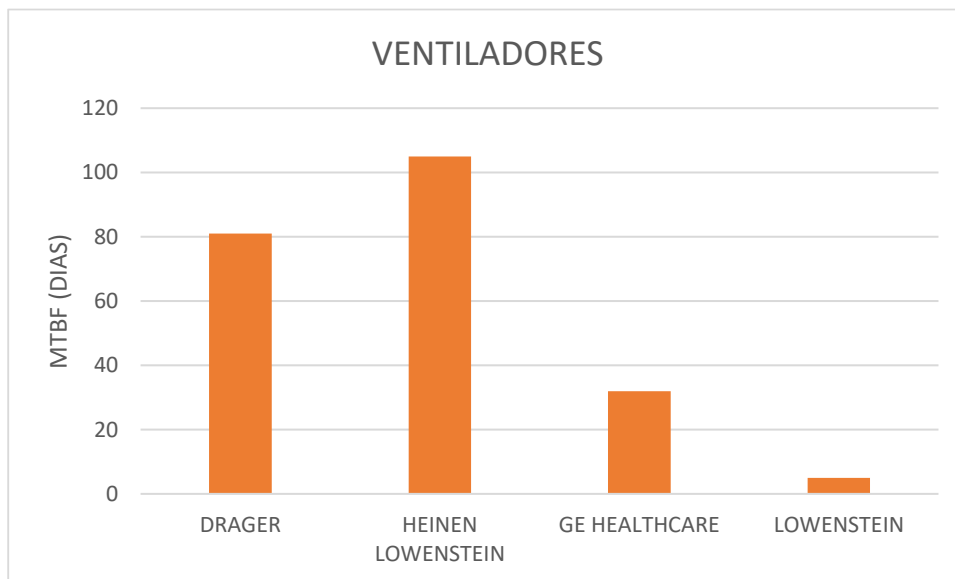


Figura 3-18 -MTBF em dias das marcas dos ativos Ventiladores

Por fim é apresentado o MTBF do ativo Marquesa. Das 10 marcas estudadas apenas 5 têm registo das intervenções. Na Figura 3-19 é possível ver que a marca PORTSMOUTH SURGICAL e a marca MAQUET-GETINGE apresentam valores de MTBF de 204 dias e 198 dias respetivamente. As marcas JMS e TRUMPF apresentam valores baixos de MTBF de 59 dias e 55 dias respetivamente. Estas duas marcas podem ser estudadas de modo a melhorar estes valores.

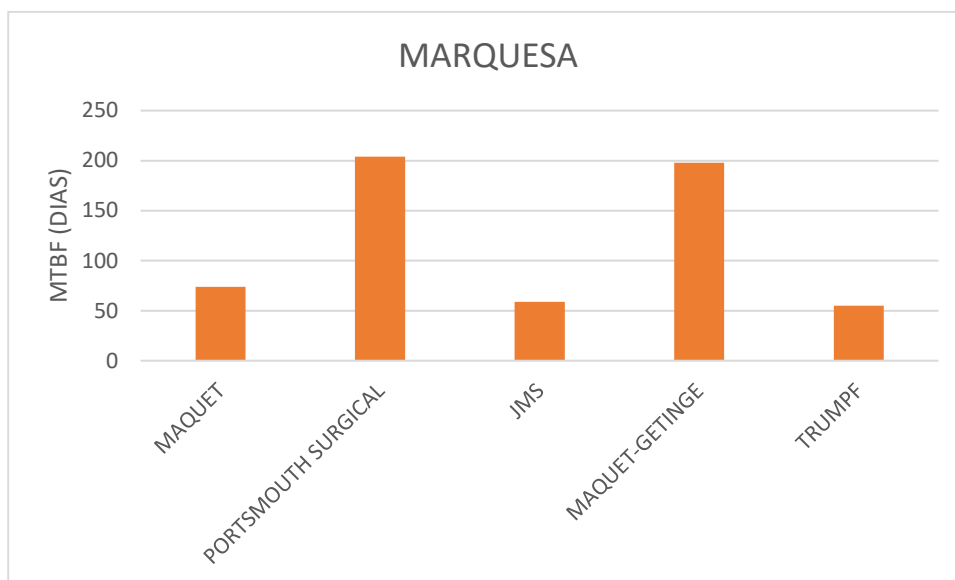


Figura 3-19 -MTBF em dias das marcas do ativo Marquesa

3.5.2 Tempo médio de reparação – MTTR

O MTTR é um indicador importante uma vez que através destes valores pode-se verificar quanto tempo é necessário para que um equipamento se torne novamente operacional, ou seja, é o tempo que demora uma intervenção de manutenção. Neste estudo o MTTR também vem apresentado em dias.

No seguimento do estudo anterior, e analisando o gráfico da Figura 3-20 a marca TRUMPF apresenta um valor de MTTR bastante elevado aproximadamente 21 dias, este valor é bastante alarmante já que a reparação do equipamento está a demorar quase um mês. O departamento de manutenção deve analisar este valor e tomar medidas para que a intervenção seja realizada mais rapidamente a fim de baixar este valor. A marca BERCHTOLD apresenta um valor de aproximadamente 5 dias, comparando com as restantes marcas é o melhor valor conseguido para este indicador.

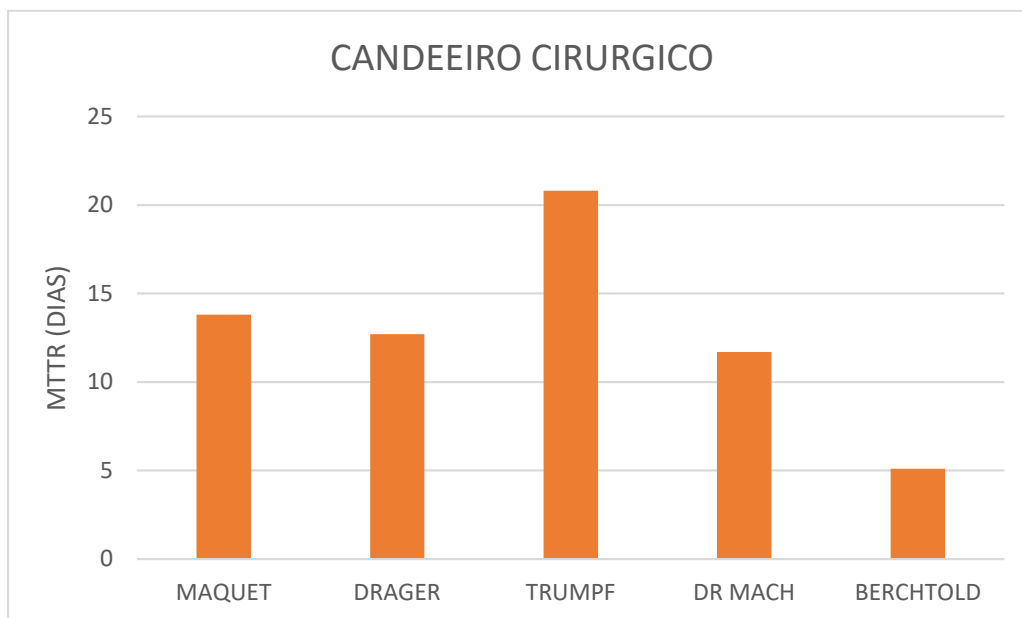


Figura 3-20 -MTTR em dias das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

No caso do ativo Coluna Marquesa das três marcas estudadas apenas duas têm valores de registo de intervenções para o cálculo do MTTR. Ao analisar a Figura 3-21 verificamos que os dois valores do MTTR para as duas marcas são aproximados, no entanto, a marca GETINGE apresenta um valor menor de 8 dias.

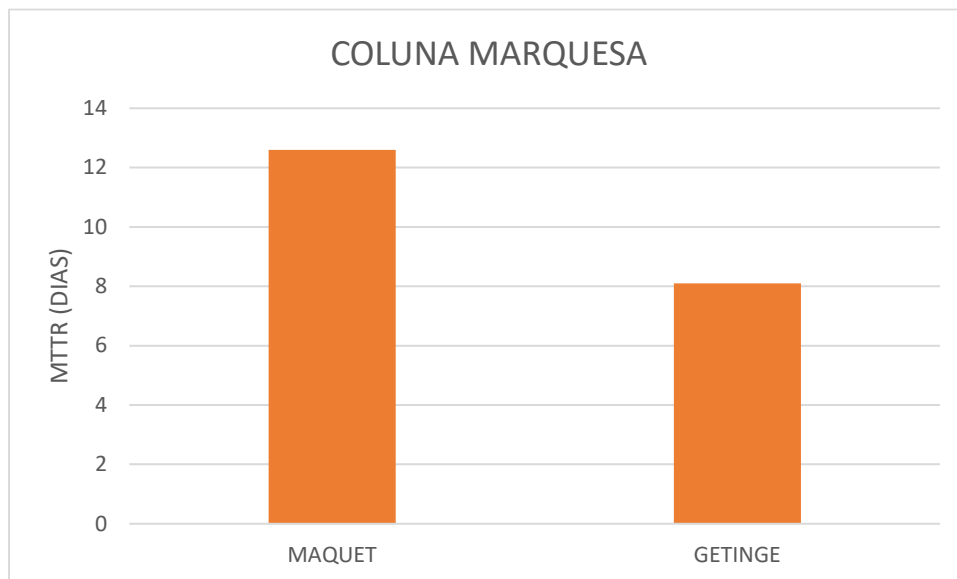


Figura 3-21 -MTTR em dias das marcas do ativo Coluna Marquesa

O MTTR do ativo Eletrobisturi varia muito para as diferentes marcas. Das 31 marcas existentes apenas há registo do valor de MTTR de 15 marcas. Analisando a Figura 3-22 podemos verificar que a marca LAMIDEY NOURY apresenta um MTTR nulo o que leva a tirar a conclusão de que este valor não foi registado em sistema. As marcas STRYKER e KARLSTORZ apresentam valores muito bons de aproximadamente 1 dia que comparando com as restantes marcas são valores ótimos. A marca KLS MARTIN apresenta um MTTR muito elevado no valor de 46,3 dias para este tipo de equipamento. Esta marca deve ser alvo de estudo para o departamento de manutenção.

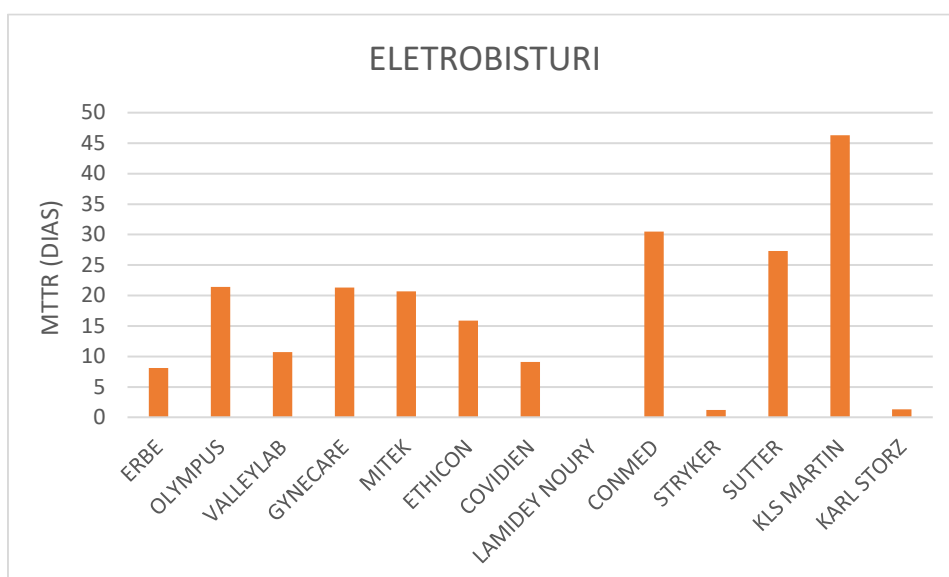


Figura 3-22 -MTTR em dias das marcas do ativo Eletrobisturi

No caso do ativo Intensificador de imagem, ao analisar o gráfico da Figura 3-23 verifica-se que dentro de todas as marcas em que há registo do valor de MTTR apenas duas marcas possuem valores mais baixos. Neste caso pode-se concluir que a marca GE HEALTHCARE e a marca SIEMENS são as marcas em que a reparação dos ativos foi mais rápida, apresentam valores de MTTR de aproximadamente 4 dias e 7 dias respetivamente. A marca PHILIPS destaca-se pela negativa, a reparação destes ativos demora aproximadamente um mês, esta marca deve ser alvo de estudo de forma a ser possível aumentar a disponibilidade deste ativo.

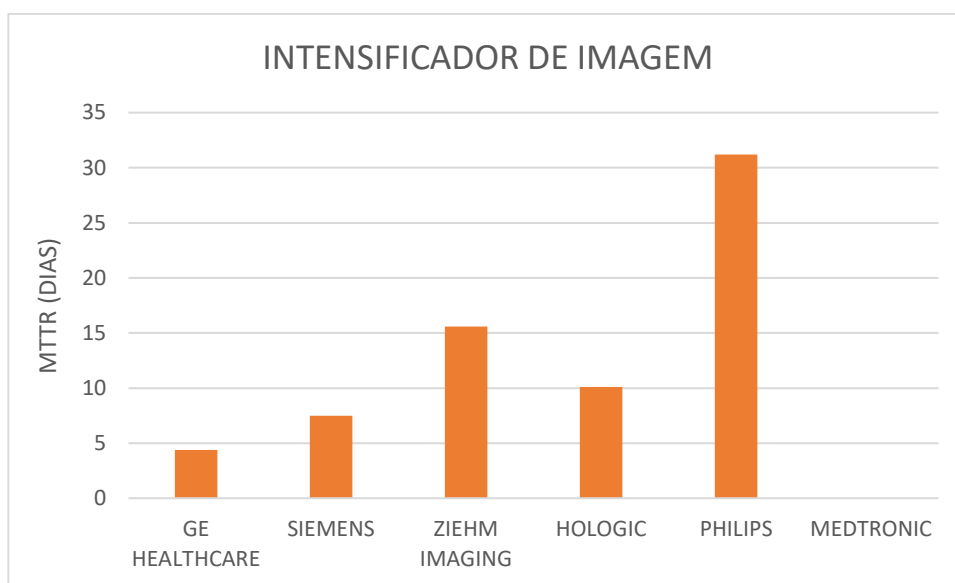


Figura 3-23 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem

O ativo Microscópio Cirúrgico apresenta valores de MTTR praticamente nulos para as marcas ALCON e LUXOR, o que leva a crer que são valores mal registados das intervenções. As duas marcas que têm valores semelhantes de MTTR são a marca ZEISS e a marca LEICA que apresentam valores de 12,7 dias e 14,1 dias respetivamente. O valor do MTTR do ativo da marca HAAG STREIT apresenta um valor elevado de aproximadamente 3 meses (90 dias) esta marca deve ser alvo de estudo pelo departamento de manutenção. Estes valores podem ser analisados na Figura 3-24.

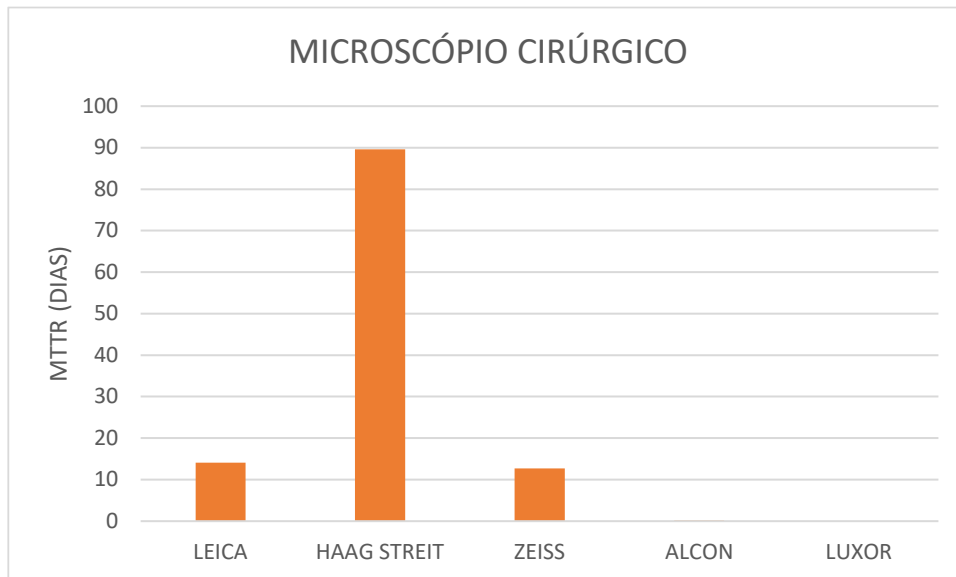


Figura 3-24 -MTTR em dias das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico

No caso do Monitor Bis só existe registo do MTTR da marca COVIDIEN. Apesar de não se poder comparar com outras marcas podemos verificar que os equipamentos possuem um valor de MTTR de 6 dias.

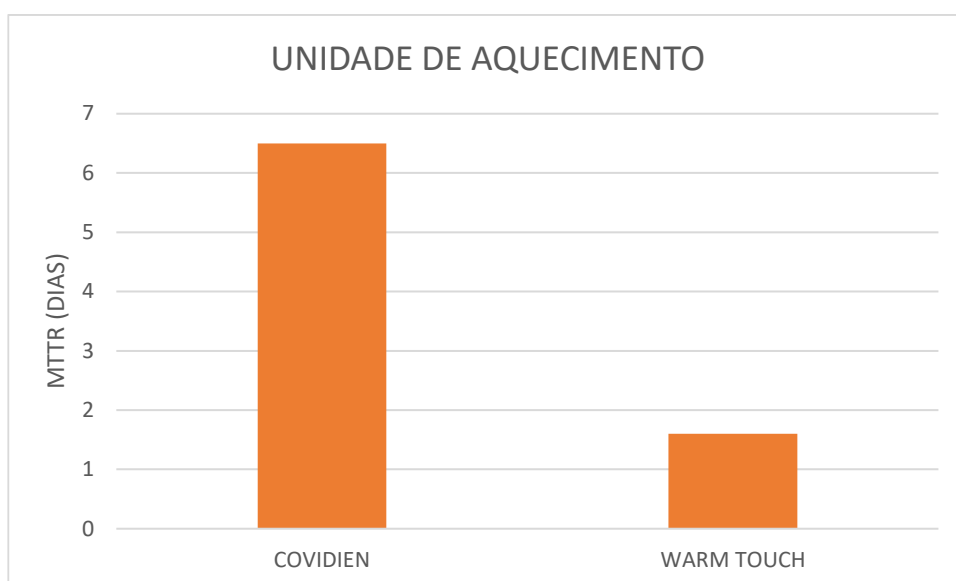


Figura 3-25 -MTTR em dias das marcas do ativo Unidade de Aquecimento

Apenas existe dados do MTTR (Figura 3-25) de duas marcas do ativo Unidade de Aquecimento, a marca WARM TOUCH é a que apresenta um valor mais baixo de 1,6 dias. Podemos afirmar que em comparação com a marca COVIDIEN a reparação desta marca é mais rápida.

Nos ativos Vaporizadores da mesma forma que o valor de MTBF registrado não apresentava confiança o mesmo acontece com o indicador MTTR.

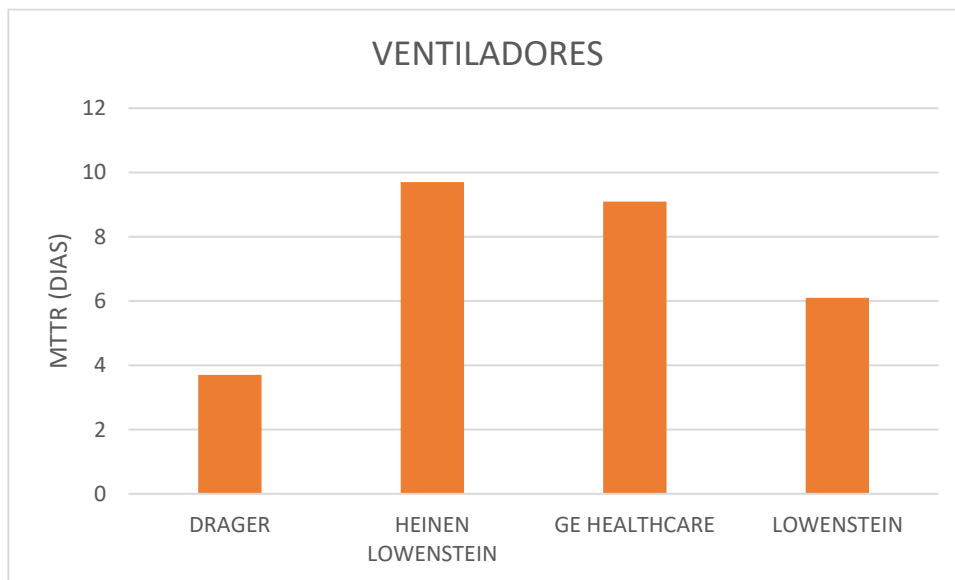


Figura 3-26 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem

A Figura 3-26 ilustra os valores do MTTR dos ativos Ventiladores, a marca DRAGER apresenta o melhor MTTR de valor igual 3,7 dias quando comparado com as restantes três marcas estudadas.

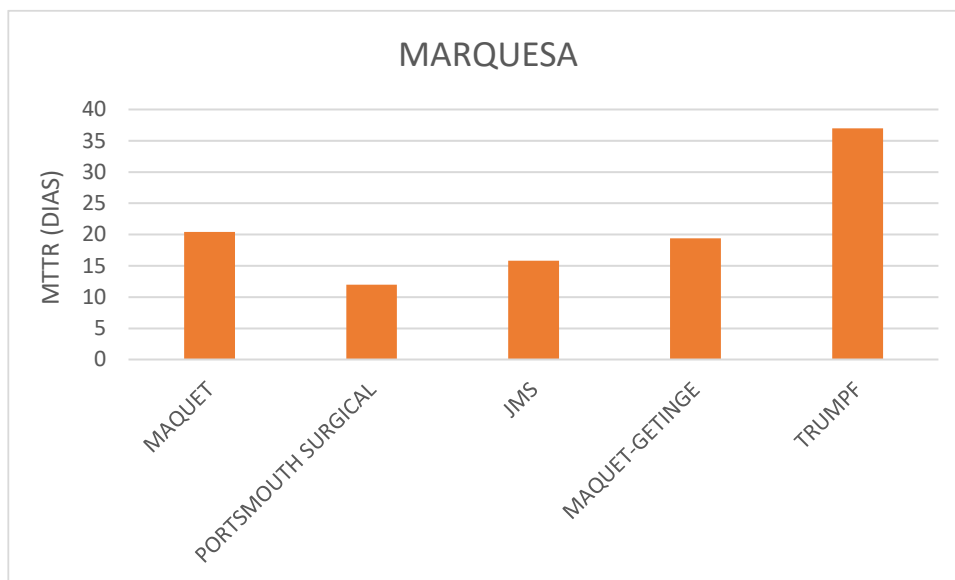


Figura 3-27 -MTTR em dias das marcas do ativo Intensificador de Imagem

Por fim é apresentado o MTTR do ativo Marquesa. Das 5 marcas com registo do valor é possível visualizar na 3-27 que a marca PORTSMOUTH SURGICAL e a marca JMS são as que apresentam valores mais baixos de 12 dias e 15,8 dias respetivamente. A marca TRUMPF e a marca MAQUET apresentam valores de MTTR de 37 dias e 20,4 dias respetivamente. Estas duas marcas podem ser estudadas de modo a melhorar estes valores para aumentar a disponibilidade dos seus ativos.

3.5.3 Disponibilidade

A Disponibilidade (D(%)) é um indicador importante na gestão da manutenção porque através deste indicador pode-se verificar o tempo que o equipamento está ativo sem que esteja parado para alguma intervenção de manutenção ou alguma avaria. Este indicador é analisado em percentagem e é influenciada pelos dois indicadores estudados anteriormente.

A Figura 3-28 mostra a Disponibilidade das diferentes marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico. A marca BERCHTOLD é a que apresenta melhor Disponibilidade no valor de 97,5%, as marcas MAQUET e DRAGER também apresentam valores acima de 90%. Já as marcas TRUMPF e DR MACH apresentam valores de Disponibilidade de aproximadamente 77%, para melhorar estes valores a equipa de manutenção tem que melhorar o MTBF e diminuir o MTTR destas marcas de ativos como verificamos anteriormente ao analisar estes indicadores.

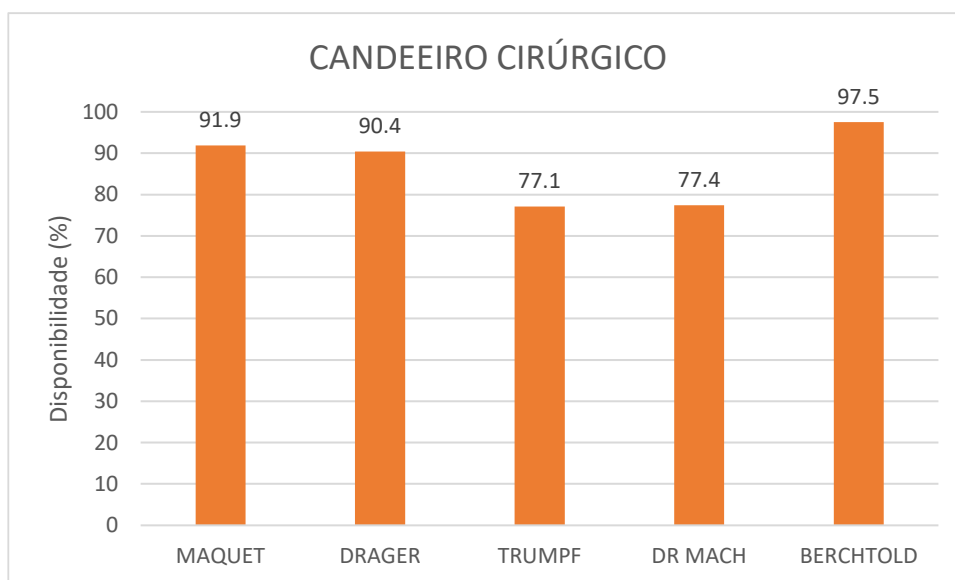


Figura 3-28 -Disponibilidade das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

A Disponibilidade do ativo Coluna Marquesa é apresentada na Figura 3-29, a marca GETINGE apresenta uma Disponibilidade de 87,5% enquanto a marca MAQUET apresenta um valor de Disponibilidade de 76,6%. No caso deste ativo o departamento de manutenção tem de trabalhar sobre o indicador MTTR, como foi visto no subcapítulo anterior, de forma a conseguir aumentar os valores da disponibilidade deste ativo.

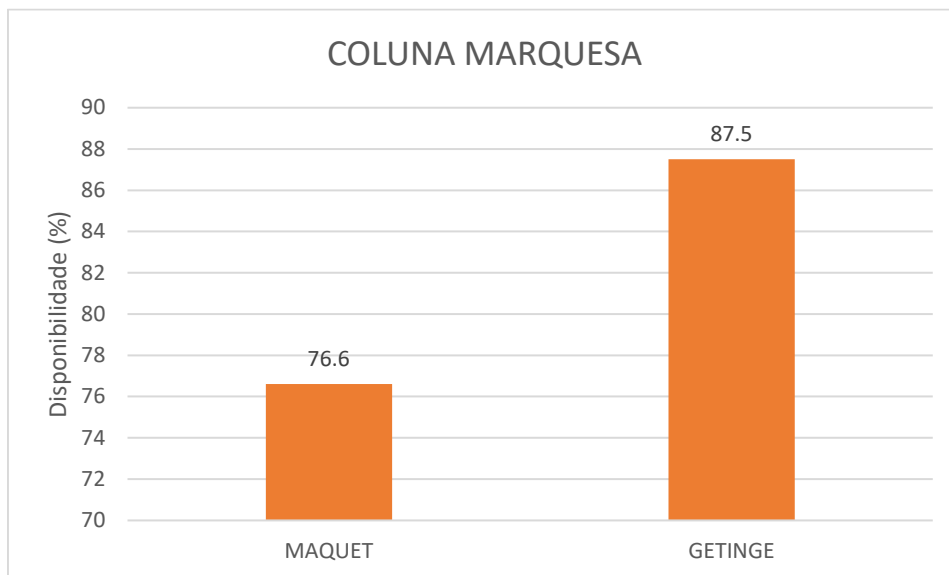


Figura 3-29 -Disponibilidade das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

A Figura 3-30, mostra a Disponibilidade do ativo Eletrobisturi. Como era esperado este ativo apresenta elevados valores de Disponibilidade em quase todas as marcas estudadas.

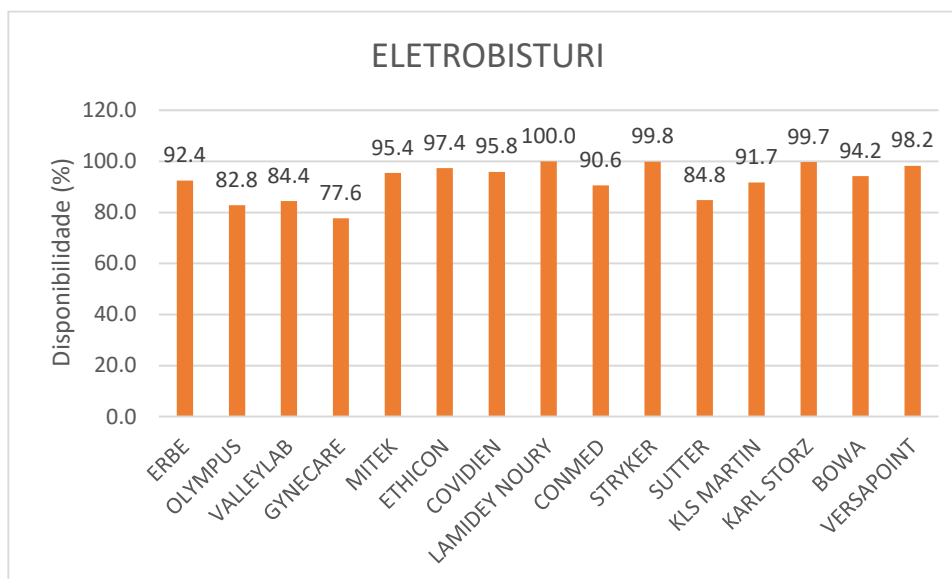


Figura 3-30 -Disponibilidade das marcas do ativo Eletrobisturi

Das observações efetuados aos indicadores MTBF e MTTR os valores neste ativo foram geralmente bons. A marca GYNECARE é a marca que apresenta valores mais baixos. É necessário baixar o MTTR deste ativo para aumentar a sua Disponibilidade.

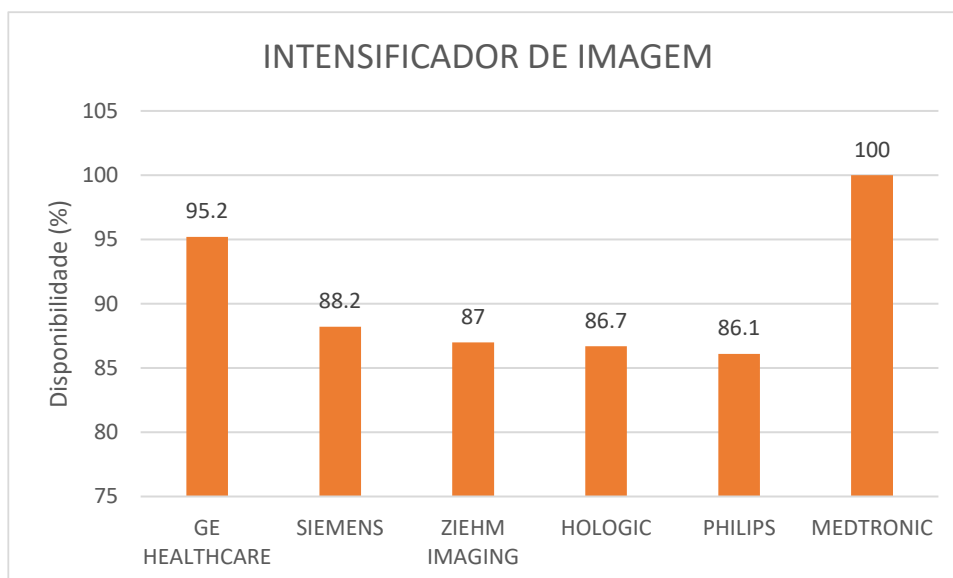


Figura 3-31 -Disponibilidade das marcas do ativo Intensificador de Imagem

No caso do ativo Intensificador de Imagem este apresenta para todas as marcas valores de Disponibilidade elevados, como se pode ver na Figura 3-31. No entanto, o valor de disponibilidade de 100% atribuída a marca MEDTRONIC não deve ser um valor real, já que o MTTR tem o registo de um valor nulo, o que leva a crer que não houve registo efetuado para esse valor. Já que o MTBF quando comparado com outras marcas não é o valor mais fiável. Neste tipo de ativo a marca que se destaca no valor de Disponibilidade é a marca GE HEALTHCARE que apresenta um valor de 95,2%.

Na Figura 3-32 estão representados os valores da Disponibilidade das diferentes marcas deste ativo. Todas as marcas apresentam bons valores de Disponibilidade com a exceção da marca HAAG STREIT que apresenta um valor de 60,8% esta marca deve ser alvo de estudo por parte do departamento de manutenção já que apresenta um valor muito elevado do MTTR como foi visto no subcapítulo anterior.

No caso do Monitor Bis a marca COVIDIEN é a única com registo e esta apresenta um valor de Disponibilidade de 94,7%, esta marca neste ativo não apresenta qualquer problema. Já as outras marcas deste ativo requerem atenção por parte do departamento de manutenção, já que não existe registo de valores das intervenções efetuadas.

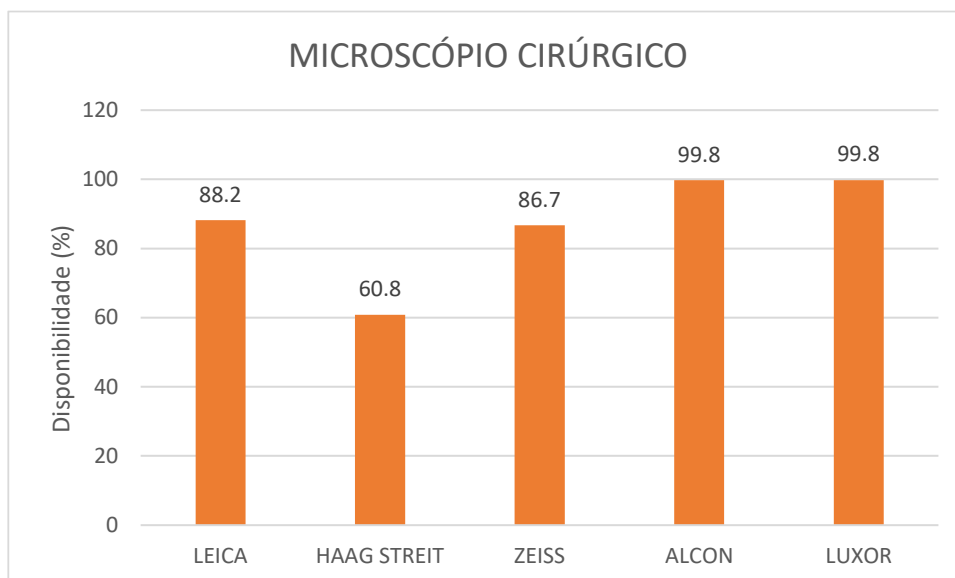


Figura 3-32 -Disponibilidade das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico

As duas marcas do ativo Unidade de Aquecimento apresentam elevados valores de Disponibilidade. (Figura 3-33), a marca WARM TOUCH é a que apresenta um valor mais elevado 98,8%. No entanto, há a necessidade de o departamento de manutenção incentivar os técnicos para fazerem o registo das avarias nas restantes marcas deste ativo.

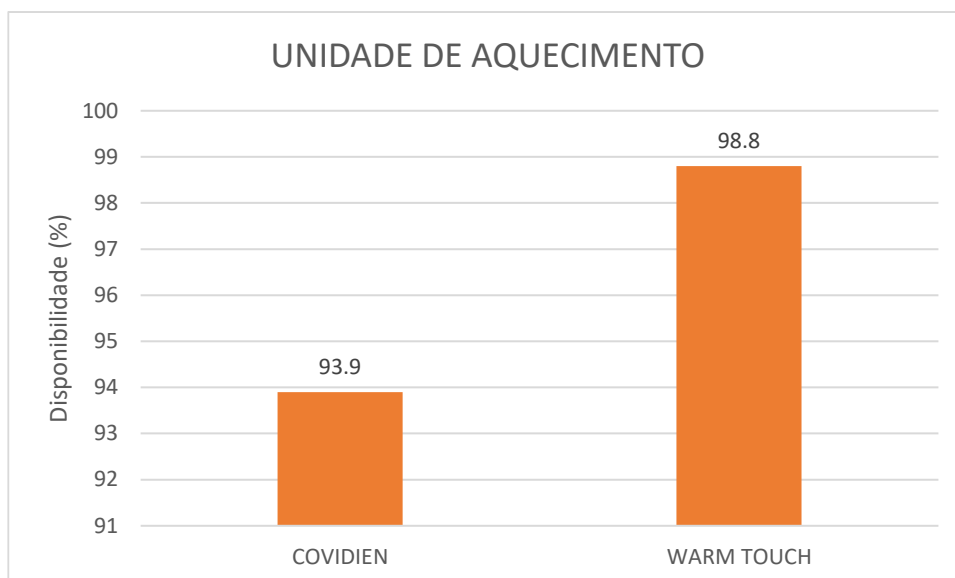


Figura 3-33 -Disponibilidade das marcas do ativo Unidade de Aquecimento

Nos ativos Vaporizadores, não existem dados de confiança para efetuarmos os cálculos da Disponibilidade.

A Figura 3-34 ilustra os valores da Disponibilidade dos ativos Ventiladores, todos apresentam valores acima dos 90%, a marca LOWENSTEIN apresenta o melhor valor de 96,2% quando comparado com as restantes três marcas estudadas.

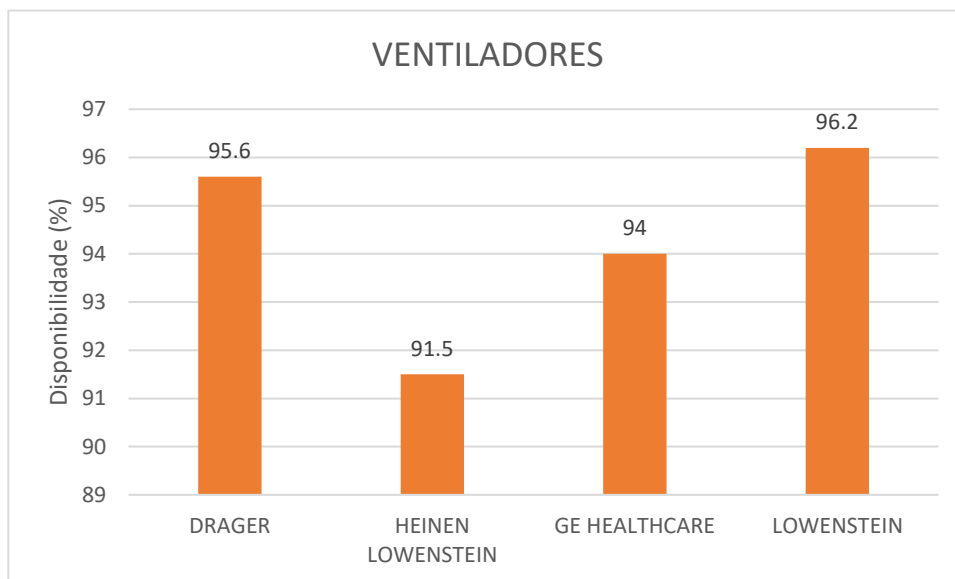


Figura 3-34 -Disponibilidade das marcas do ativo Ventiladores

Por fim é apresentado a Disponibilidade do ativo Marquesa. Das 5 marcas com registo do valor é possível visualizar na 3-35 que a marca PORTSMOUTH SURGICAL apresenta o valor de Disponibilidade mais elevado de 94,4%. A marca TRUMPF apresenta um baixo valor de Disponibilidade de 59,8%. Nesta marca é essencial o departamento de manutenção corrigir o MTTR para aumentar a sua Disponibilidade.

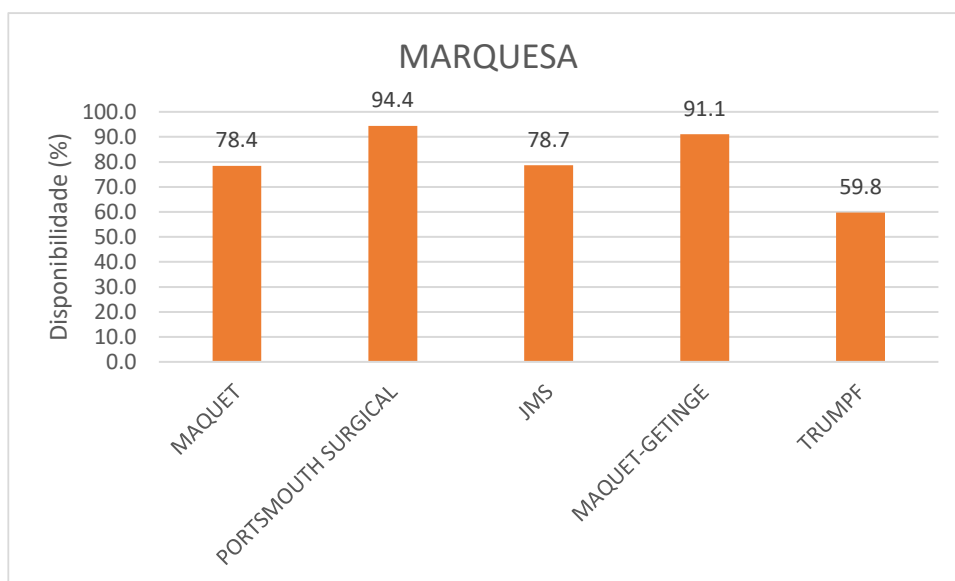


Figura 3-35 -Disponibilidade das marcas do ativo Marquesa

3.5.4 Eficiência operacional

Este último indicador, designado por Eficiência Operacional (EO(%)) é a percentagem de tempo utilizado para trabalho em relação ao tempo em que o equipamento ficou disponível.

Sendo assim este cálculo é feito através da respetiva expressão de cálculo apresentada na Equação 1.

$$EO(\%) = \frac{\text{Tempo de trabalho em que o equipamento executou o serviço}}{\text{Tempo disponível}} \quad (\text{Equação 1})$$

Para calcular a Eficiência Operacional é preciso ter em conta alguns fatores importantes como:

- Tempo Trabalho (TT) – é o tempo que o equipamento trabalha sem domingos e feriados que neste caso são 606 dias;
- Tempo Disponível (TD) – é os dias dos dois anos 2020 e 2021 que são 731 dias;
- Disponibilidade do equipamento – é utilizada a disponibilidade média de cada marca dos ativos calculada anteriormente.

A Figura 3-36 mostra a Eficiência Operacional das diferentes marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico. Analisando o gráfico é possível verificar que a marca TRUMPF e a marca DR MACH dão valores superiores a 100% isto demonstra que os ativos de esta marca têm baixo valores de Disponibilidade.

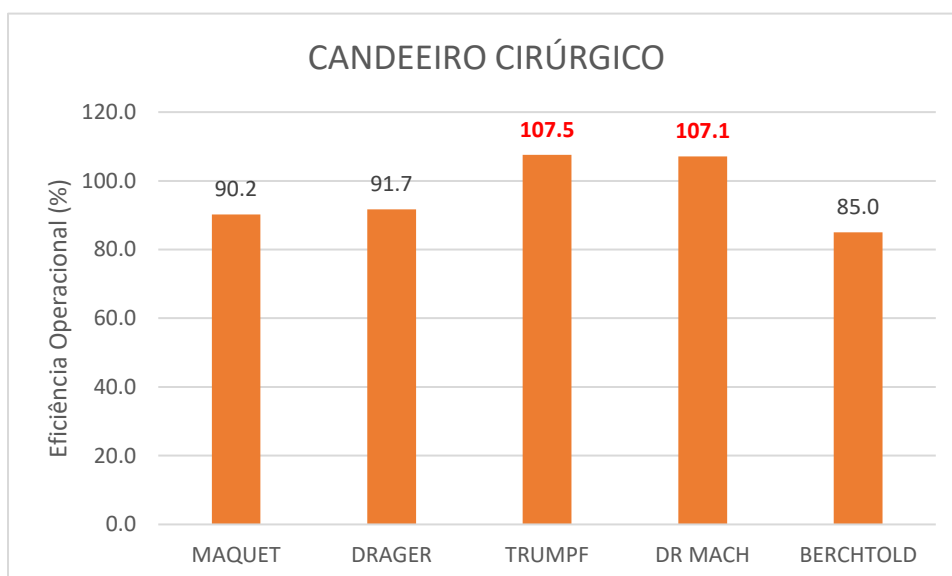


Figura 3-36 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

A conclusão que podemos retirar é que manutenção não esta a ser suficientemente eficaz no que toca a estes ativos e que o tempo planeado para o trabalho está a ser muito superior ao tempo em que realmente o ativo se encontra disponível.

No caso do ativo Coluna Marquesa, ao observarmos o gráfico da Figura 3-37 concluímos que a marca MAQUET tem um baixo valor de Disponibilidade já que o tempo planeado para o trabalho é bastante superior ao tempo em que o ativo está disponível. A marca GETINGE apresenta uma ótima Eficiência Operacional, o ativo está disponível quase todo o tempo que tem planeado para o trabalho.

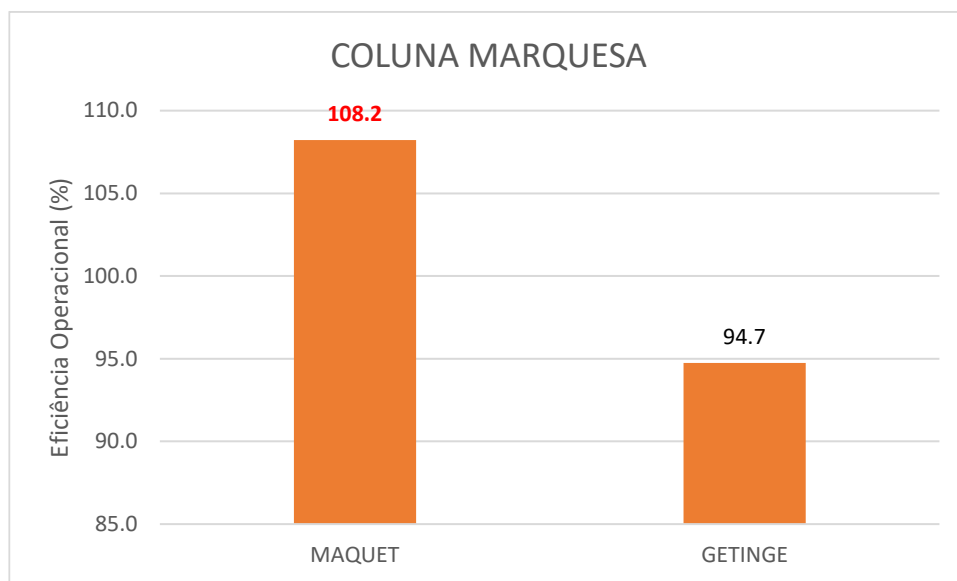


Figura 3-37 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Coluna Marquesa

Para o ativo Eletrobisturi, ao observarmos o gráfico da Figura 3-38 das 15 marcas estudadas concluímos que as marcas OLYMPUS e GINECARE tem um baixo valor de Disponibilidade já que o tempo planeado para o trabalho é bastante superior ao tempo em que o ativo está disponível. As restantes marcas apresentam boa Eficiência Operacional todas com valores acima de 80%.

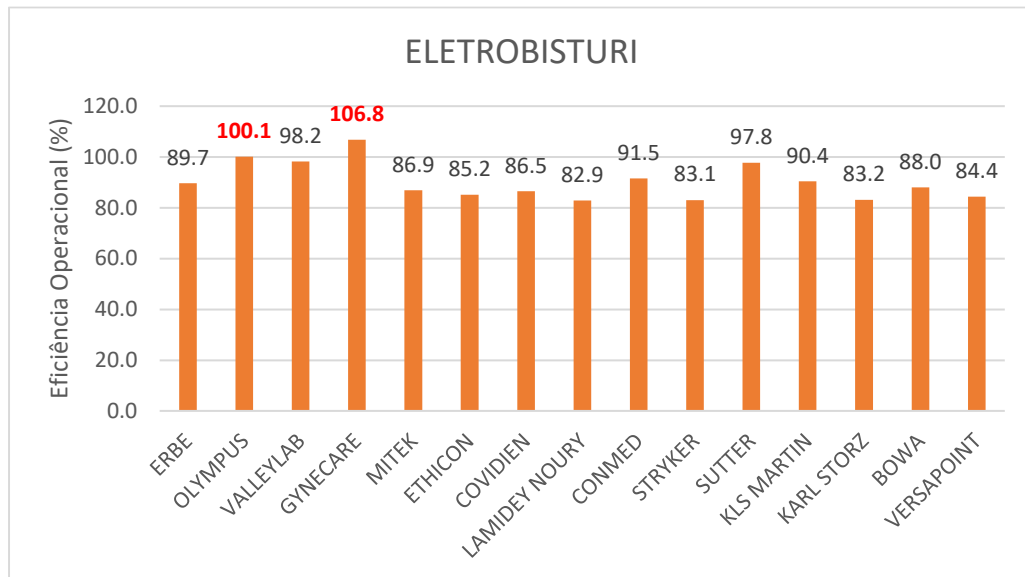


Figura 3-38 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Eletrobisturi

Para o ativo Intensificador de imagem, ao observarmos o gráfico da Figura 3-39 verificamos que todas as marcas estudadas possuem um bom valor de Eficiência operacional.

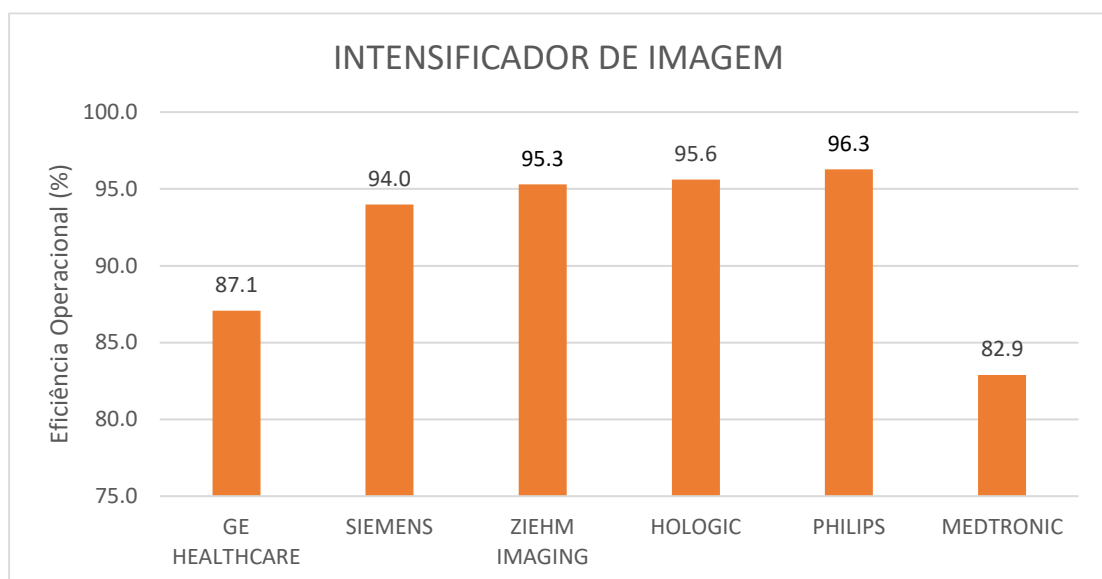


Figura 3-39 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Intensificador de Imagem

No caso do ativo Microscópio Cirúrgico, ao observar o gráfico da Figura 3-40 verificamos que todas as marcas apresentam boa Eficiência Operacional, no entanto a marca HAAG STREIT apresenta uma baixa disponibilidade. A manutenção não está a ser suficientemente eficaz no que toca a esta marca, o tempo planeado para o trabalho está a ser muito superior ao tempo em que realmente o ativo se encontra disponível.

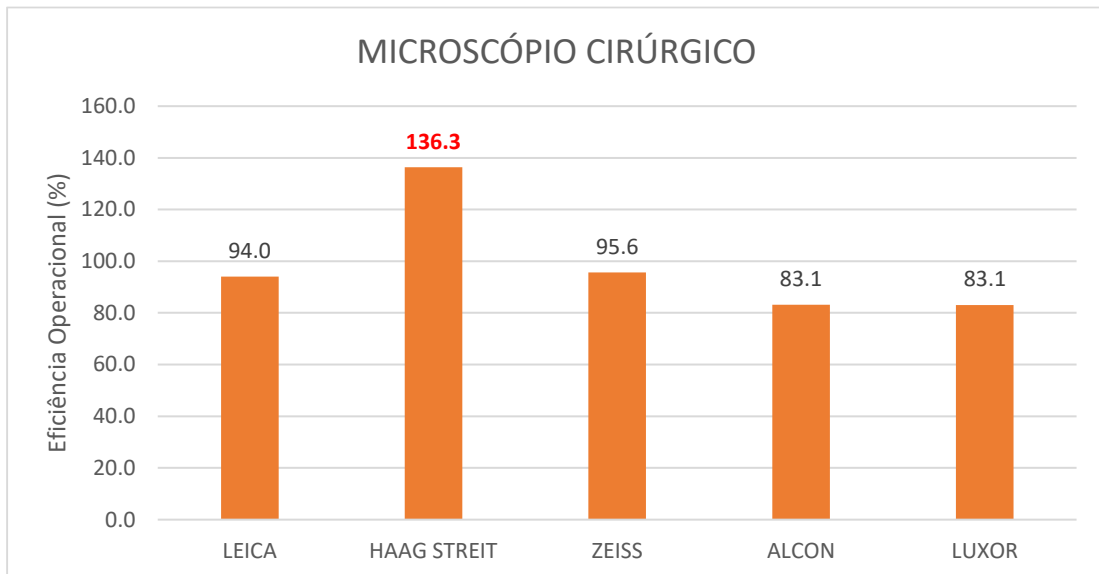


Figura 3-40 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Microscópio Cirúrgico

No caso do Monitor Bis este apresenta uma boa Eficiência Operacional no valor de 87,5%.

O mesmo acontece com o ativo Unidade de Aquecimento, as duas marcas deste ativo apresentam uma boa Eficiência Operacional como é possível visualizar no gráfico da Figura 3-41.

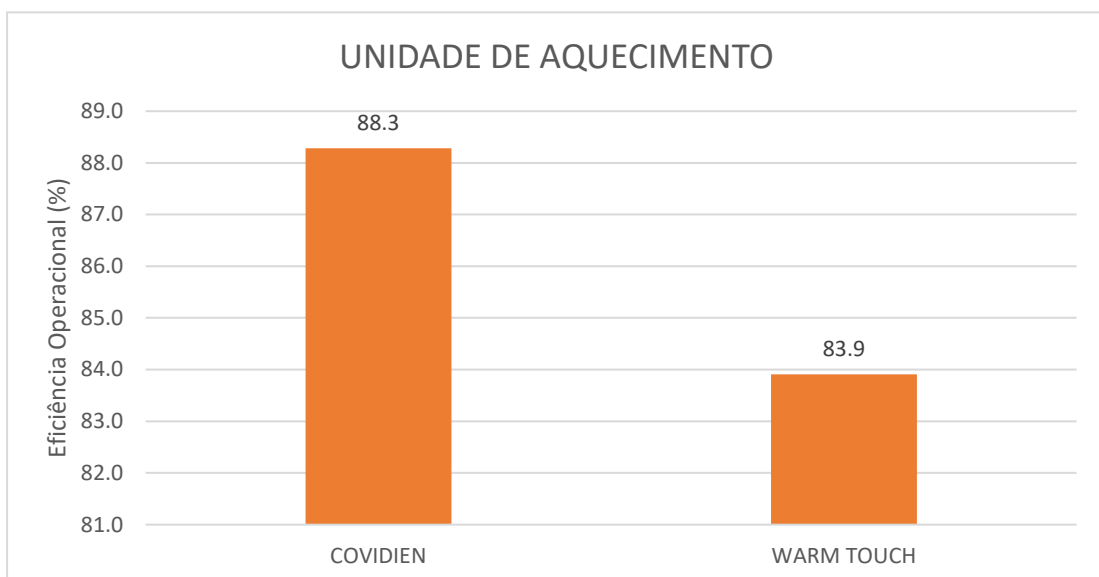


Figura 3-41 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Unidade de Aquecimento

No ativo Vaporizadores não foi possível calcular a Eficiência Operacional da marca DRAGER por falta de registos de confiança das intervenções.

No que diz respeito ao ativo Ventiladores, na Figura 3-42 é possível observar que todas as marcas apresentam uma boa Eficiência Operacional, todos os valores encontram-se acima dos 85%.

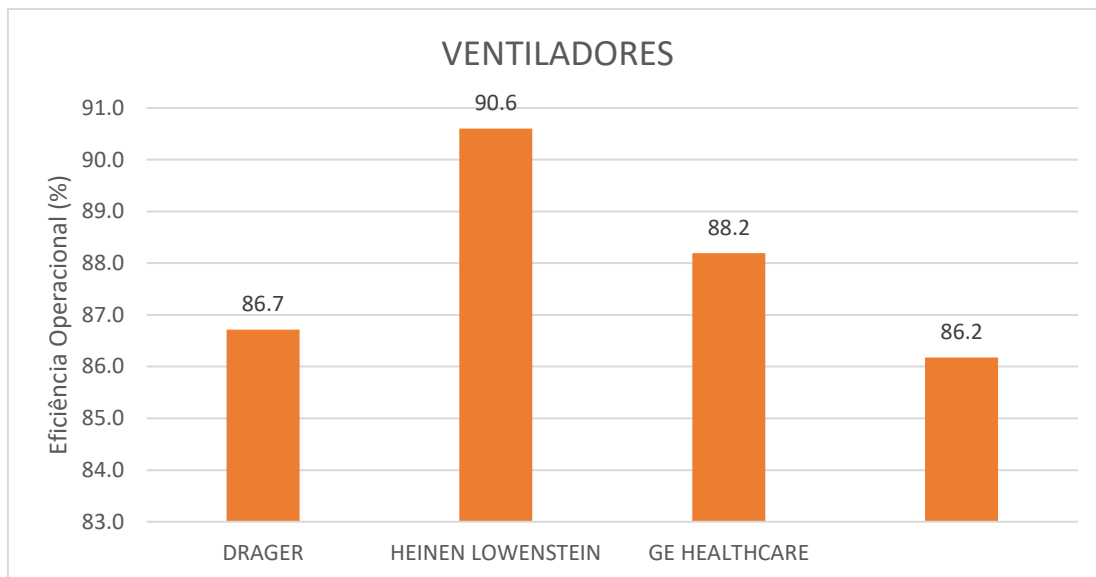


Figura 3-42 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Ventiladores

Por fim, a Figura 3-43 ilustra que no ativo Marquesa apenas as marcas PORTSMOUTH SURGICAL e MAQUET-GETINGE apresentam boa Eficiência Operacional, todas as outras marcas apresentam baixa disponibilidade.

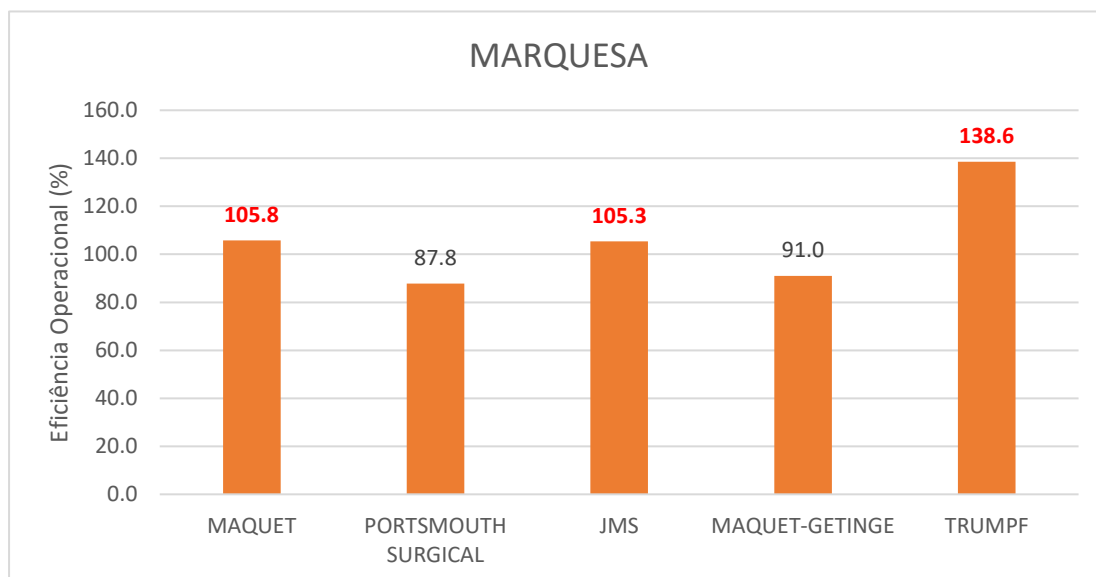


Figura 3-43 -Eficiência Operacional das marcas do ativo Marquesa

Os resultados da Eficiência Operacional demonstram que a manutenção não está a ser suficientemente eficaz, o tempo planeado para o trabalho está a ser muito superior ao tempo em que realmente os ativos se encontram disponíveis.

3.6 Análise de avarias dos equipamentos do Bloco Operatório

Neste subcapítulo foram estudados dois pontos que consistiram na análise das intervenções de manutenção corretiva e de manutenção preventiva.

Os dados submetidos para análise foram extraídos do *software NextBITT* em conjunto com a plataforma de análise de dados do grupo hospitalar, designada por “Insights”.

Para recolher a informação necessária para este estudo, foram analisadas as ordens de trabalho das intervenções realizadas e planeadas inseridas pela equipa de manutenção nas plataformas.

O intervalo de tempo definido para a recolha da informação foi o mesmo período de dois anos efetuado nos estudos anteriores.

3.6.1 Manutenção corretiva

3.6.1.1 Avarias por marcas

Para iniciar o estudo das intervenções corretivas efetuou-se o estudo das marcas que possuem mais avarias e quais as avarias mais significativas em cada marca. De acordo com os dados recolhidos, podemos verificar a quantidade de avarias de cada marca nos gráficos das figuras seguintes.

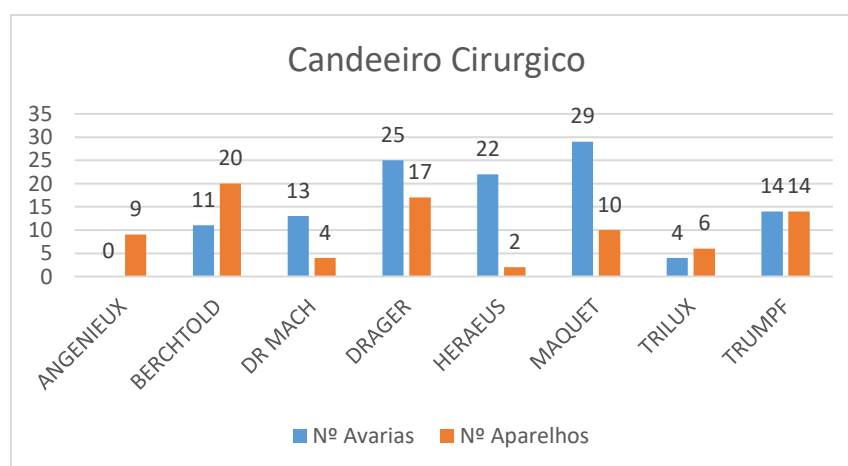


Figura 3-44 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Candeeiro Cirúrgico

Após a análise do gráfico da Figura 3-44 existem alguns apontamentos interessantes que podemos retirar, na marca ANGENIEUX não se registam avarias nos 9 equipamentos existentes. No caso da marca DRAGER existem 17 equipamentos com 25 avarias, o que faz sentido pelo número de ativos existentes. Já no caso da marca MAQUET os 10 ativos existentes têm 29 avarias no período de estudo, esta marca deve ser alvo de atenção pelo departamento de manutenção.

No ativo Coluna Marquesa a marca MAQUET possui um elevado número de avarias nos 11 equipamentos existentes, o que leva a concluir que não seja uma boa opção para futura compra de equipamentos desta marca.

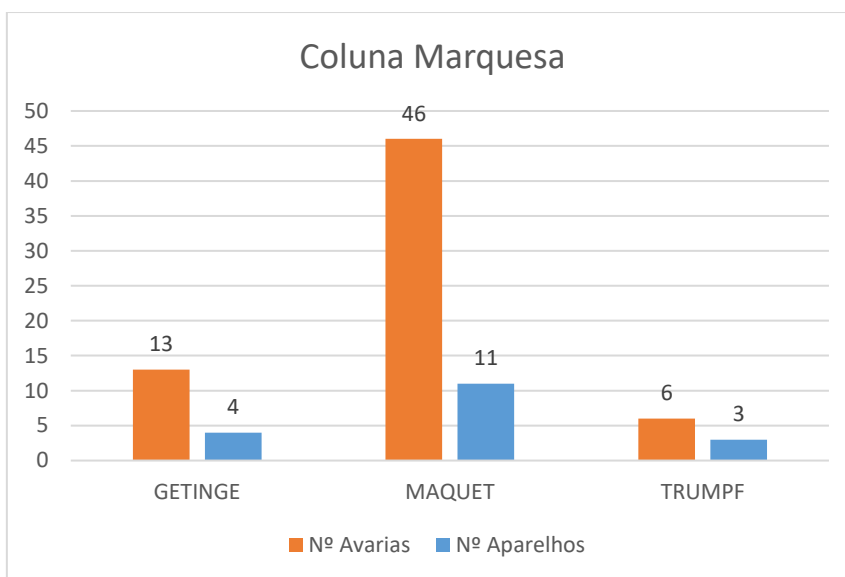


Figura 3-45 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Coluna Marquesa

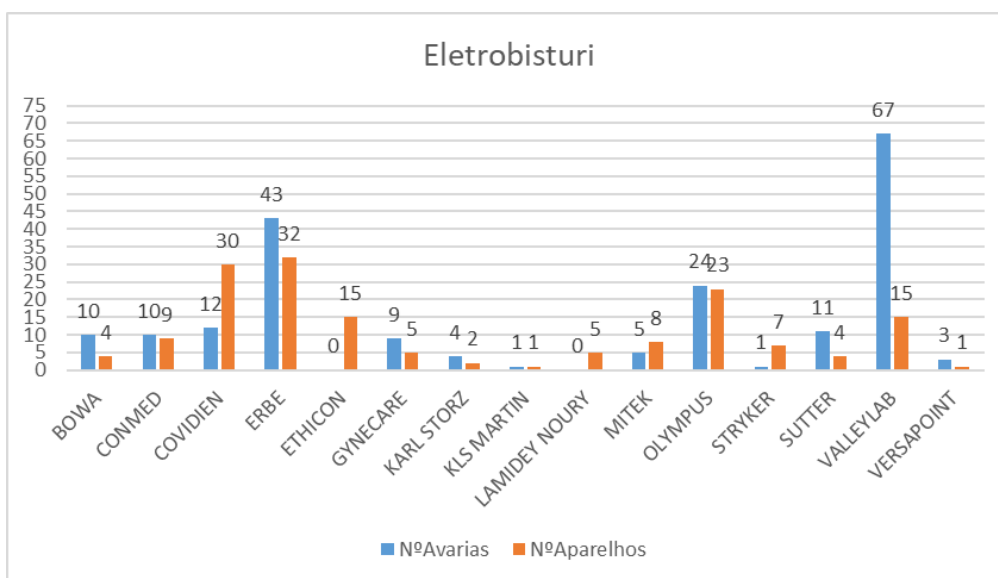


Figura 3-46 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Eletrobisturi

Após a análise da Figura 3- 46 podemos tirar várias conclusões ao nível das diferentes marcas que existem deste tipo de ativo. Existe grande variedade de marcas, mas temos de ter em conta pelo lado negativo as marcas ERBE e a VALLEYLAB uma vez que tem um elevado número de avarias em relação ao número de equipamentos que possuem. Por outro lado, as marcas ETHICON e LAMIDEY NOURI não tem avarias apesar de ter um elevado número de equipamentos.

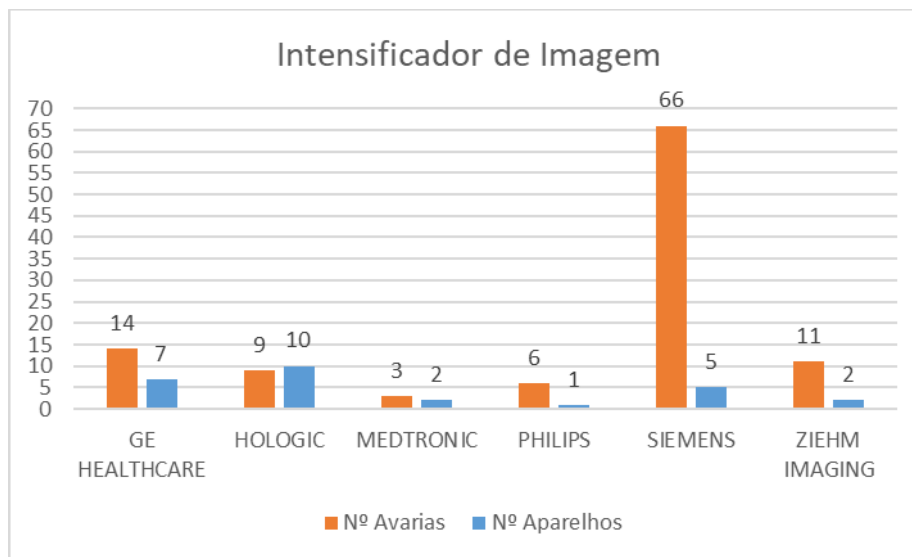


Figura 3-47 - Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Intensificador de Imagem

No ativo Intensificador de Imagem todas as marcas possuem avarias, no entanto, como se pode ver no gráfico da Figura 3-47 a marca SIEMENS possui um número muito elevado de avarias para os 5 ativos existentes. Esta marca deve ser alvo de estudo por parte do departamento de manutenção.

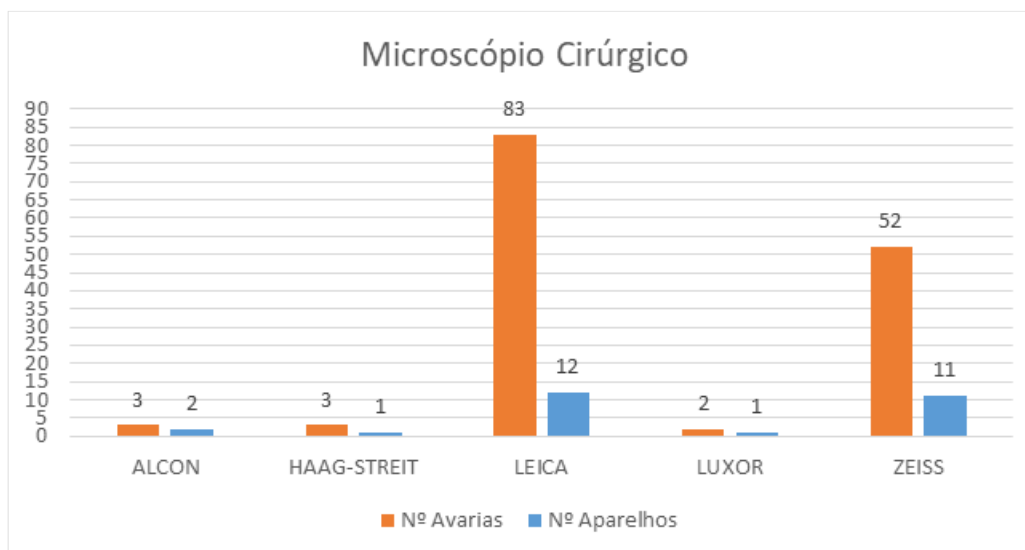


Figura 3-48 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Microscópio Cirúrgico

Ao efetuar a análise da Figura 3- 48 podemos concluir que as marcas LEICA e ZEISS possui um baixo rácio entre o nº Aparelhos/nº Avarias, uma vez que existe uma quantidade baixa de equipamentos e um número muito elevado de avarias. Pelo contrário a marca ALCON é a que apresenta melhor rácio entre o nº Aparelhos/nº Avarias, visto que possui apenas 3 avarias para 2 equipamentos.

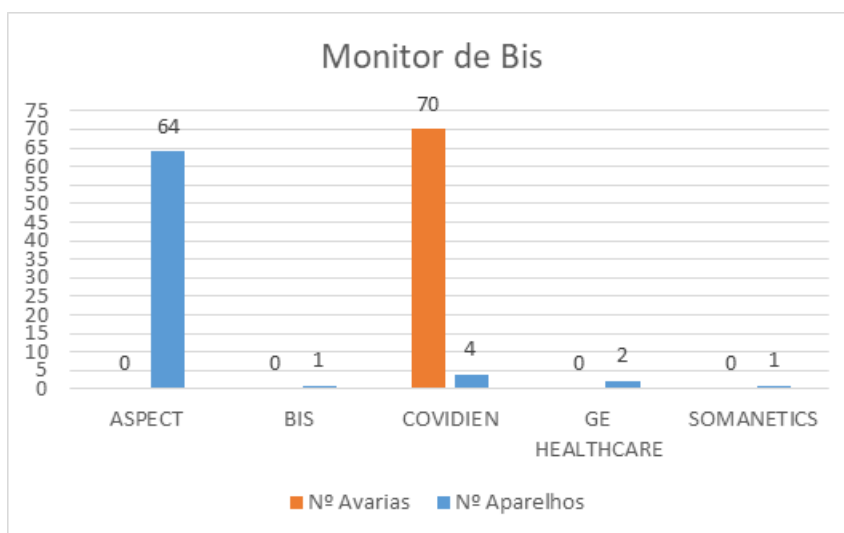


Figura 3-49 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Monitor de Bis

No ativo Monitor de Bis existe apenas avarias nos aparelhos da marca COVIDIEN o que faz com que esta não seja uma boa opção para as futuras compras. Podemos observar na Figura 3-49 que a marca ASPECT não apresenta qualquer avaria apesar de existirem 64 equipamentos. Isto tem duas possíveis causas, ou não são efetuados os registos das intervenções e não existem avarias (por esse motivo não foi possível calcular indicadores de desempenho) ou é uma boa marca e os 64 equipamentos não apresentaram avarias nos últimos dois anos.

Ao efetuar a análise da Figura 3-50, verificamos que a marca DRAGER possuiu um elevado número de avarias para os 2 equipamentos existentes. A marca ABBOTT possui 0 avarias para os 92 equipamentos, logo é uma marca que apresenta boa fiabilidade. No entanto, surge a mesma dúvida que surgiu anteriormente no caso do ativo Monitor Bis. O ativo Vaporizadores apresenta diferentes marcas que não apresentam qualquer avaria nos últimos dois anos. Podem ser consideradas marcas fiáveis, mas também pode ser falta de registo das avarias por parte dos técnicos de manutenção.

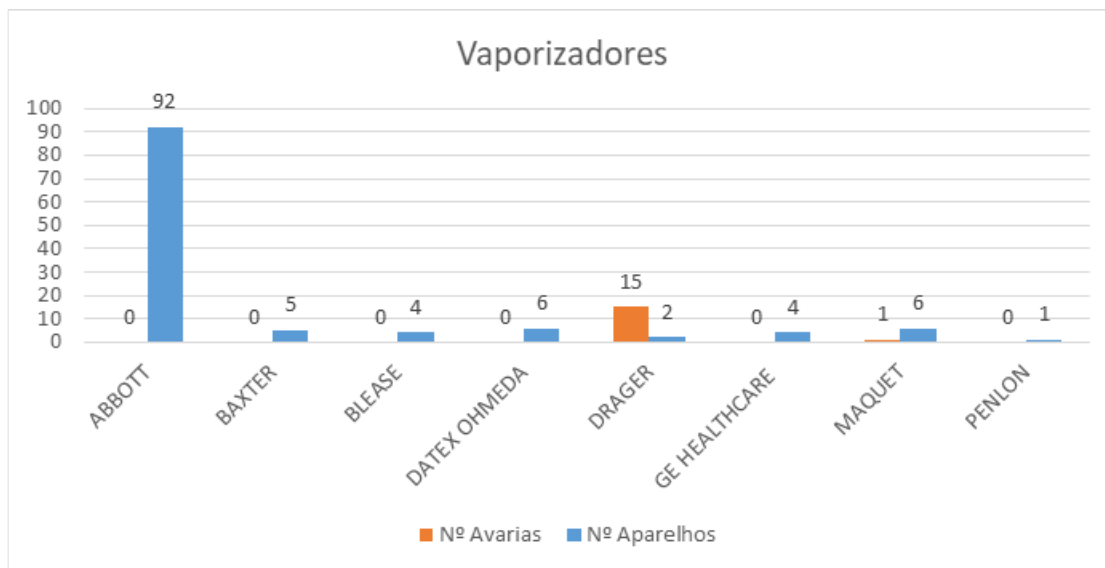


Figura 3-50 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Vaporizadores

No ativo Unidade de Aquecimento, a marca COVIDIEN e a marca WARM TOUCH possuem muitas avarias para o número de equipamentos existentes, enquanto a marca 3M possui um número muito reduzido de avarias apenas 4 para os 57 equipamentos, o que a torna a marca mais fiável neste ativo. As restantes marcas também apresentam uma boa fiabilidade.

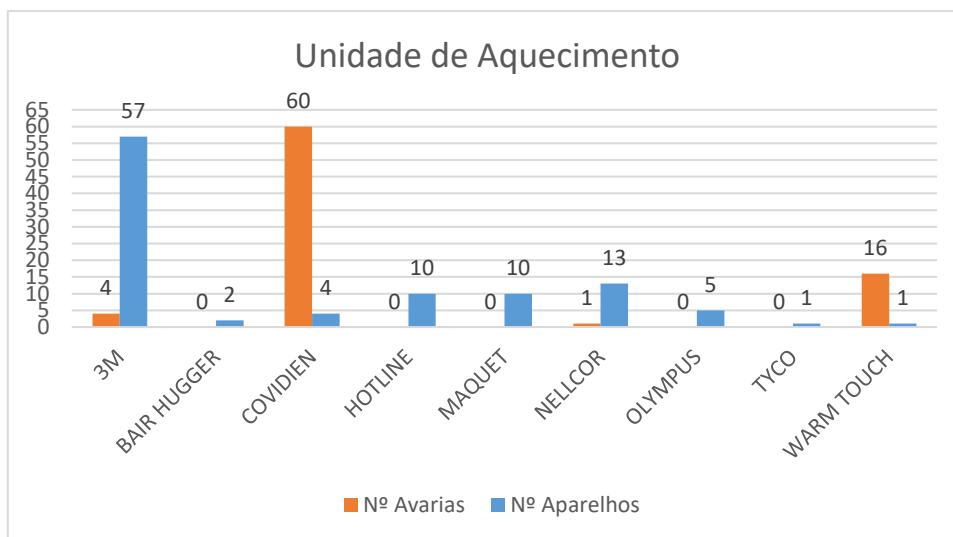


Figura 3-51 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Unidades de Aquecimento

Ao analisar a Figura 3-52 podemos concluir que neste ativo existem muitas avarias independente da marca. As marcas DRAGER, GE HEALTHCARE e LOWENSTEIN apresentam baixa fiabilidade.

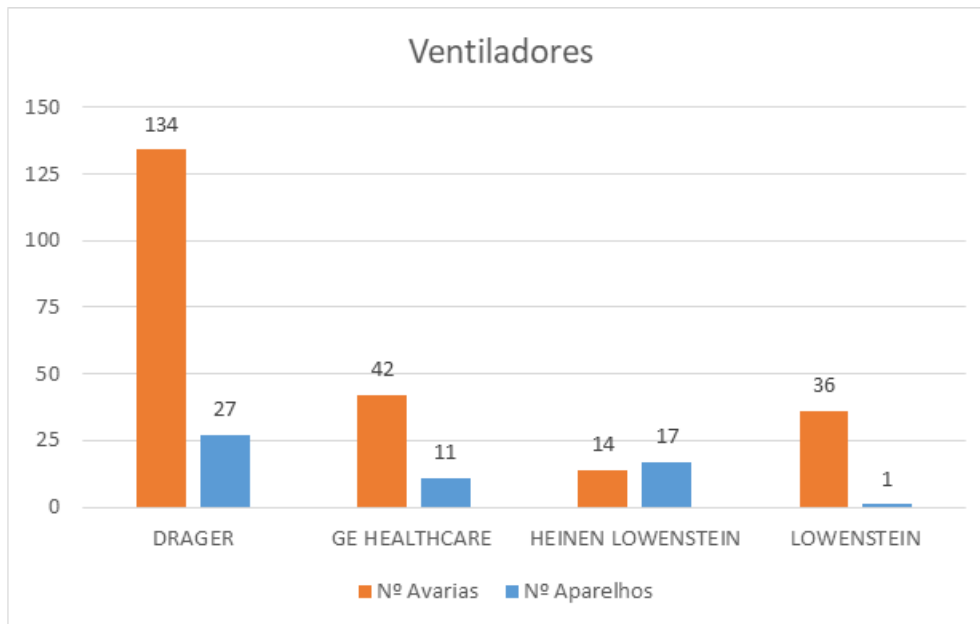


Figura 3-52 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Ventiladores

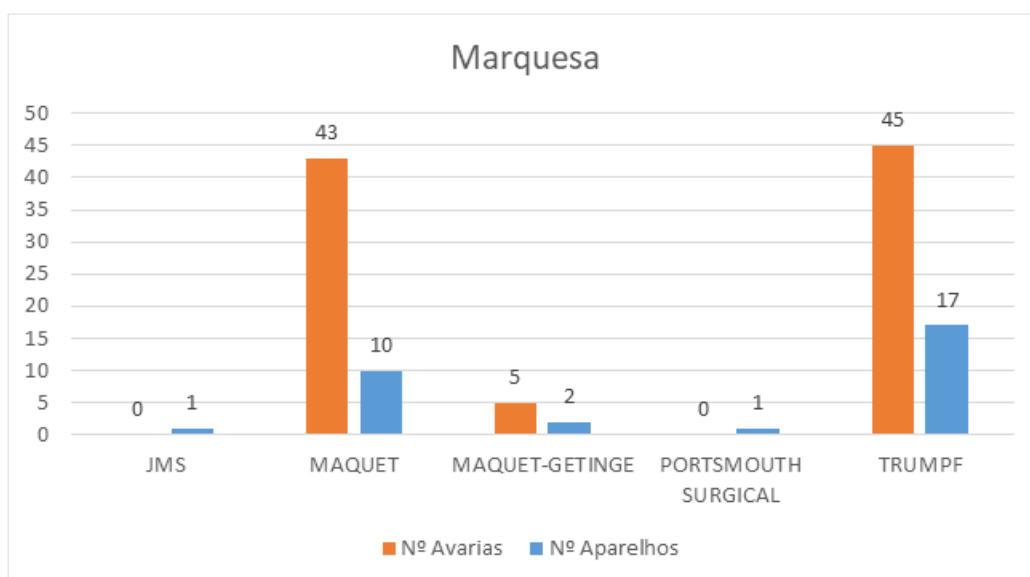


Figura 3-53 -Avarias/Equipamentos por marcas do ativo Marquesa

O ativo Marquesa possui duas marcas em que o número de avarias é muito elevado que são, MAQUET e TRUMPF. Por outro lado, as marcas FAVERO, JMS e PORTSMOUTH SURGICAL não possuem avarias nos últimos dois anos, logo será uma boa solução optar por estas marcas para futuras aquisições.

3.6.1.2 Análise da criticidade das intervenções de manutenção corretiva

Todas as intervenções de manutenção corretiva efetuadas possuem um determinado grau de criticidade ou de importância. De acordo com as ordens de trabalho das intervenções corretivas analisadas, verificou-se as seguintes quantidades para cada grau num período de dois anos.

Tabela 19 - Nível de Criticidade da Manutenção Corretiva

Criticidade manutenção Corretiva	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	165
Urgente	559
Normal	440
TOTAL	1164

Após a análise da Tabela 19 podemos verificar que a manutenção corretiva efetuada tem diferentes graus em que o maior número de corretivas tem grau Urgente. De salientar que apesar de ser uma manutenção corretiva apenas 14% possuem grau Emergente, nos últimos dois anos.

De seguida será efetuada uma análise por ativo para verificar e analisar os dados das intervenções de manutenção corretiva dos equipamentos, tais como: o número total de intervenções, os seus graus de urgência e a relação existente entre todos dois fatores.

Tabela 20 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Eletrobisturi

Eletrobisturi	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	1
Urgente	168
Normal	55
TOTAL	224

No ativo Eletrobisturi foram efetuadas 224 intervenções de manutenção corretiva nos últimos dois anos em que a maioria destas foram classificadas com grau Urgente.

Tabela 21 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Candeeiro Cirúrgico

Candeeiro Cirúrgico	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	104
Normal	18
TOTAL	122

De acordo com a Tabela 21 podemos verificar que foram efetuadas 122 intervenções de manutenção corretiva no ativo Candeeiros Cirúrgicos, e que estas foram na maioria classificadas com o grau Urgente.

No ativo Coluna de Marquesa as criticidades atribuídas nas intervenções de manutenção corretiva distribuíram-se entre o grau Urgente e Normal.

Tabela 22 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Coluna Marquesa

Coluna de marquesa	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	32
Normal	33
TOTAL	65

Ao analisar a tabela 23 podemos concluir que o grau Urgente foi o mais atribuído às manutenções corretivas efetuadas neste tipo de ativos, 60 das 88 intervenções nos dois anos de análise. É de realçar que foi atribuído o grau Emergente a apenas duas intervenções.

Tabela 23 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Intensificador de Imagem

Intensificador de Imagem	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	2
Urgente	60
Normal	26
TOTAL	88

No ativo Microscópios Cirúrgicos foi atribuído a 97 equipamentos o grau Urgente nas intervenções de manutenção corretiva efetuadas a estes ativos. Nas restantes 31 intervenções, foi atribuído grau Normal, esta informação é possível verificar na Tabela 24.

Tabela 24 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Microscópios Cirúrgicos

Microscópios Cirúrgicos	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	97
Normal	31
TOTAL	128

A Tabela 25 permite analisar a criticidade das intervenções de manutenção corretiva do ativo Monitor de Bis que maioritariamente foi atribuído o grau mais baixo, ou seja, o grau Normal. Apenas uma intervenção teve a classificação de grau de criticidade Emergente no período de análise.

Tabela 25 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Monitor de Bis

Monitor de Bis	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	1
Urgente	0
Normal	69
TOTAL	70

Tabela 26 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Unidade de Aquecimento

Unidade de Aquecimento	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	5
Normal	79
TOTAL	84

Ao analisar a tabela acima, Tabela 26 referente ao ativo Unidade de Aquecimento, verificamos que a maioria das intervenções de manutenção corretiva, cerca de 94%, tem grau Normal apenas 6% apresenta o grau de Urgente.

No ativo Vaporizadores existem poucas intervenções de manutenção corretiva, apenas 16 nos últimos dois anos. Este ativo apresenta o grau Normal em 4 intervenções, o grau Urgente em 5 intervenções e o grau Emergente foi atribuído a 7 intervenções (Tabela 27).

Tabela 27 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Vaporizadores

Vaporizadores	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	7
Urgente	5
Normal	4
TOTAL	16

Ao analisar a Tabela 27 verifica-se que existe um número elevado de intervenções de manutenção corretiva no ativo Ventiladores nos últimos dois anos. Das 265 intervenções 58% têm o grau mais elevado de criticidade, Emergente.

Nas restantes intervenções foi atribuído o grau Urgente a 19%, e grau Normal a 23%. Este ativo necessita de especial atenção por parte do departamento de manutenção, nomeadamente alterar as periodicidades de intervenções preventivas, de forma a reduzir o número de intervenções corretivas.

Tabela 28 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Ventiladores

Ventiladores	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	154
Urgente	51
Normal	60
TOTAL	265

Para finalizar este estudo, e de acordo com a Tabela 29 o nível de criticidade atribuído nas intervenções de manutenção corretiva, no ativo Marquesas, foi de 36% para as intervenções classificadas com o grau Urgente e 64% para intervenções classificadas com o grau Normal.

Tabela 29 - Nível Criticidade da Manutenção Corretiva do ativo Marquesa

Marquesas	
<u>Grau de criticidade</u>	<u>Quantidade</u>
Emergente	0
Urgente	37
Normal	65
TOTAL	102

3.6.1.3 Avarias mais comuns - Tipificação

Para analisar as avarias mais comuns que ocorrem nos diferentes tipos de ativos, foi necessário estudar quais as avarias mais recorrentes. De acordo com todas as ordens de trabalho corretivas, foi verificado que existe uma enorme diversidade de avarias que estão descritas no Anexo 1.

De acordo com essa lista foi efetuada uma análise por equipamento, e foram elaborados gráficos que vão ser apresentados nas figuras seguintes, para interpretarmos quais as avarias mais comuns que ocorrem nos ativos estudados.

3.6.1.3.1 Avarias mais comuns no ativo Candeeiro Cirúrgico

Os candeeiros Cirúrgicos possuem uma diferente lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas. Dessa lista foi retirado as que eram mais usuais e são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Braço não fixa;
2. Avaria/mau funcionamento – Luz não acende;
3. Avaria/mau funcionamento – Tampa partida;
4. Pega do equipamento com sinais de corrosão.

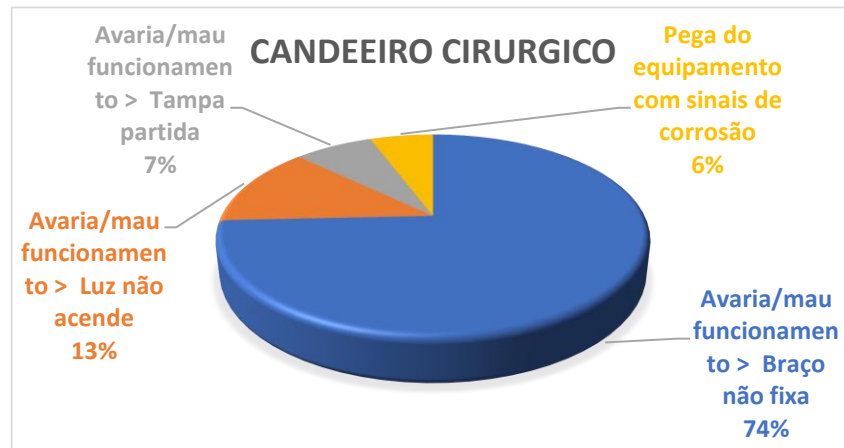


Figura 3-54 - Avarias mais comuns no ativo Candeeiro Cirúrgico

Na Figura 3-54 podemos verificar que maioria das intervenções efetuadas a este ativo 74% é a avaria na fixação do braço. O departamento de manutenção deveria implementar uma ação preventiva neste componente de forma a reduzir as avarias corretivas.

3.6.1.3.2 Avarias mais comuns no ativo Coluna de Marquesa

O ativo Coluna Marquesa apresenta a seguinte lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas. Dessa lista foi retirado as que eram mais comuns e são as seguintes:

1. Electromedicina? Colocar em "ativo" código equipa;
2. Avaria/mau funcionamento – Base instável/solta;
3. Avaria/mau funcionamento – Equipamento partido;
4. Avaria/mau funcionamento – Comando não faz movimentos.

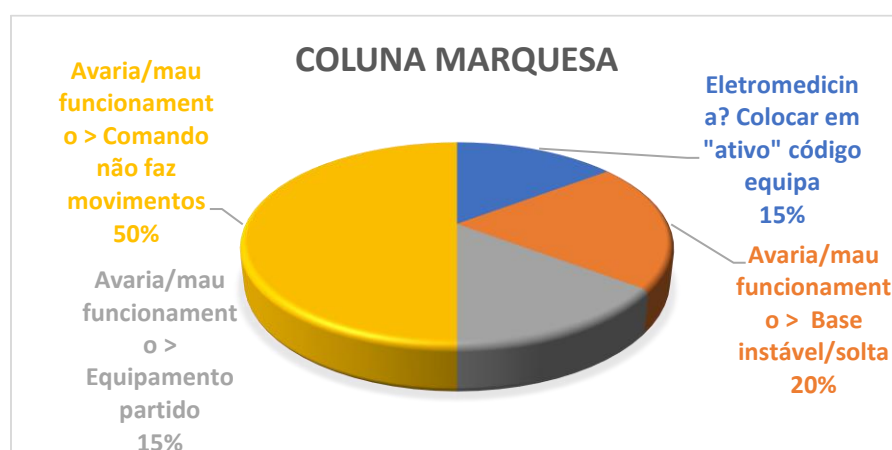


Figura 3-55 - Avarias mais comuns no ativo Coluna Marquesa

Na Figura 3-55 podemos verificar que metade das intervenções efetuadas ao ativo Coluna Marquesa 50% é a avaria no comando de movimento da marquesa. O departamento de manutenção deveria implementar uma ação preventiva neste componente de forma a reduzir as avarias corretivas.

3.6.1.3.3 Avarias mais comuns no ativo Eletrobisturi

As avarias mais recorrentes do ativo Eletrobisturi foram retiradas do software NextBITT. Dessa lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas foi retirado as que eram mais comuns e são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Não liga;
2. Avaria/mau funcionamento – Electroblasturi com cab;
3. Avaria/mau funcionamento – Não responde a comando;
4. Avaria/mau funcionamento – Pedal não funciona.

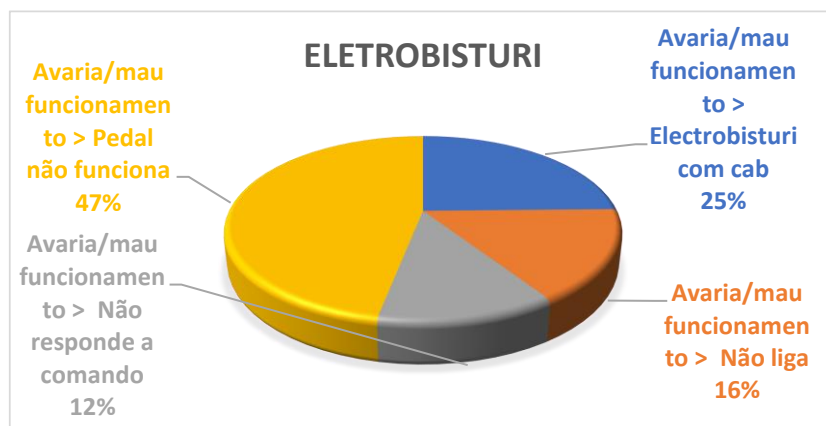


Figura 3-56 - Avarias mais comuns no ativo Eletrobisturi

Na Figura 3-56 podemos verificar que 47% das intervenções efetuadas ao ativo Eletrobisturi são referentes a avaria no pedal. Este ativo apresentou bons valores de disponibilidade nas diferentes marcas existentes, no entanto é possível reduzir intervenções corretivas no pedal fazendo um estudo nas periodicidades das intervenções preventivas.

3.6.1.3.4 Avarias mais comuns no ativo Intensificador de Imagem

O ativo Intensificador de Imagem apresenta como avarias mais comuns, em que foram necessárias intervenções corretivas, a seguinte lista:

1. Avaria/mau funcionamento – Avaria geral;
2. Avaria/mau funcionamento – Equipamento partido;
3. Avaria/mau funcionamento – Erro/alarme de funcionamento.

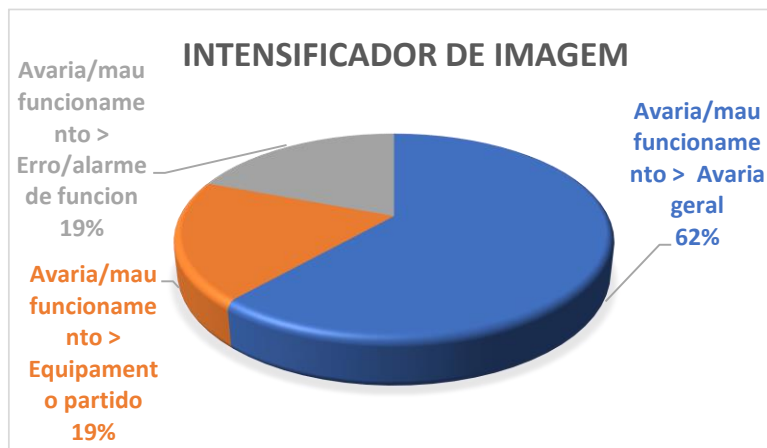


Figura 3-57 - Avarias mais comuns no ativo Intensificador de Imagem

Na Figura 3-57 podemos verificar que 62% das intervenções efetuadas ao ativo Intensificador de Imagem são referentes a uma avaria geral. O departamento de manutenção deveria definir que tipo de avaria geral é esta, de forma a poder implementar uma ação preventiva para reduzir as avarias corretivas com este tipo de classificação.

3.6.1.3.5 Avarias mais comuns no ativo Marquesa

As Marquesas possuem uma diferente lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas. Dessa lista foi retirado as que eram mais usuais e são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Base instável/Solta;
2. Avaria/mau funcionamento – Comando não faz movimento;
3. Avaria/mau funcionamento – Não faz movimentos.

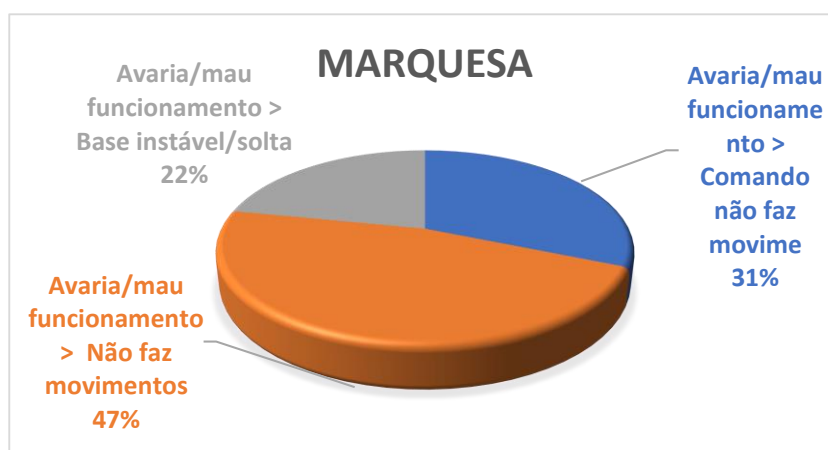


Figura 3-58 - Avarias mais comuns no ativo Marquesa

Na Figura 3-58 podemos verificar que maioria das intervenções efetuadas a este ativo 47% é a avaria da Marquesa não fazer movimentos. O departamento de manutenção

deveria implementar uma ação preventiva neste componente de forma a reduzir as avarias corretivas.

3.6.1.3.6 Avarias mais comuns no ativo Microscópio Cirúrgico

O ativo Microscópio Cirúrgico apresenta a seguinte lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas. Dessa lista foi retirado as que eram mais recorrentes e são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Imagem deficiente;
2. Avaria/mau funcionamento – Não liga;
3. Avaria/mau funcionamento – Botão não funciona.

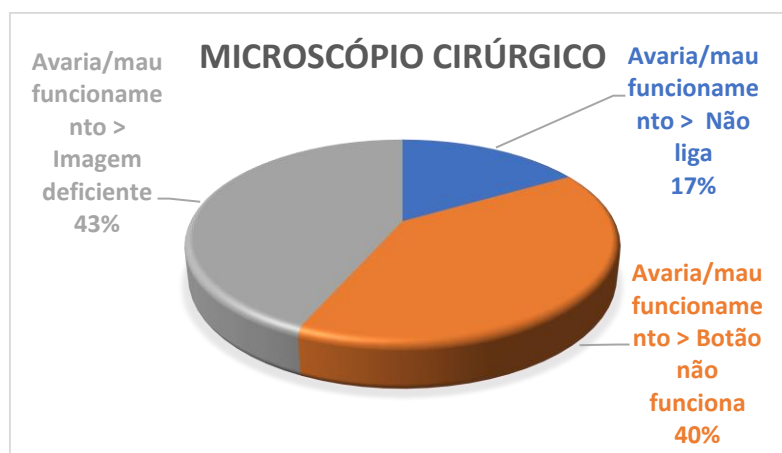


Figura 3-59 - Avarias mais comuns no ativo Microscópio Cirúrgico

Na Figura 3-59 podemos verificar que a maioria das intervenções efetuadas ao ativo Microscópio Cirúrgico estão divididas em duas causas de avaria 43% são referentes à imagem deficiente e 40% são referentes à avaria no botão.

3.6.1.3.7 Avarias mais comuns no ativo Monitor de Bis

As avarias mais recorrentes do ativo Monitor Bis foram retiradas do software NextBITT. Dessa lista das avarias em que foram necessárias intervenções corretivas foram selecionadas as que eram mais comuns e são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Não Liga;
2. Avaria/mau funcionamento – Cabo Trilhado;
3. Avaria/mau funcionamento – Monitor com falhas.

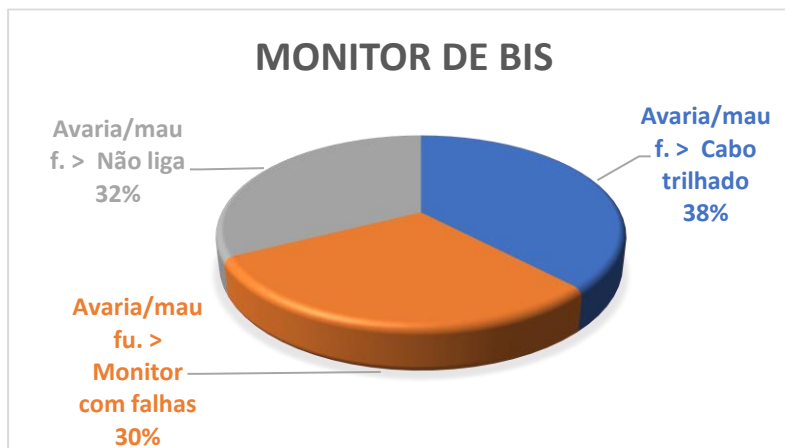


Figura 3-60 - Avarias mais comuns no ativo Monitor Bis

Na Figura 3-60 podemos verificar que as avarias mais comuns estão distribuídas entre elas e são: 38% das intervenções efetuadas ao ativo Monitor Bis são referentes ao cabo trilhado; 32% referentes ao equipamento não ligar e 30% referentes a falhas no monitor.

3.6.1.3.8 Avarias mais comuns no ativo Unidade de Aquecimento

O ativo Unidade de Aquecimento apresenta como avarias mais comuns, em que foram necessárias intervenções corretivas, a seguinte lista:

1. Avaria/mau funcionamento – Com fuga;
2. Avaria/mau funcionamento – Base instável/solta;
3. Avaria/mau funcionamento – Equipamento partido;
4. Avaria/mau funcionamento – Não aquece;
5. Avaria/mau funcionamento – Não atinge temperatura correta;
6. Avaria/mau funcionamento – Não liga;
7. Avaria/mau funcionamento – Não regula;
8. Avaria/mau funcionamento – Não responde a comandos;
9. Avaria/mau funcionamento – Tubo partido.

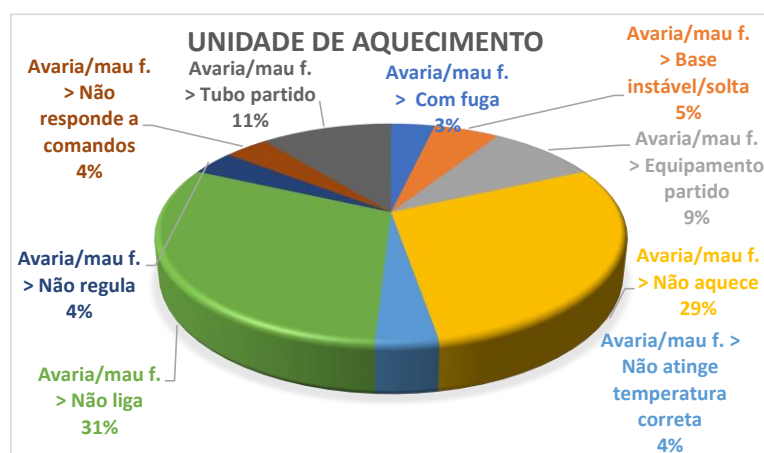


Figura 3-61 - Avarias mais comuns no ativo Unidade de Aquecimento

Na Figura 3-61 podemos verificar as avarias mais recorrentes no ativo Unidade de Aquecimento são 31% referentes ao equipamento não ligar e 29% referentes ao equipamento não aquecer.

3.6.1.3.9 Avarias mais comuns no ativo Vaporizadores

As avarias mais recorrentes do ativo Vaporizadores foram selecionadas da lista das avarias em que houve necessidade de intervenções corretivas. As mais comuns são as seguintes:

1. Avaria/mau funcionamento – Equipamento partido;
2. Avaria/mau funcionamento – Vaporizador em anomalia;
3. Avaria/mau funcionamento – Faz mau contacto;
4. Avaria/mau funcionamento – Não liga;
5. Equipamento obsoleto.

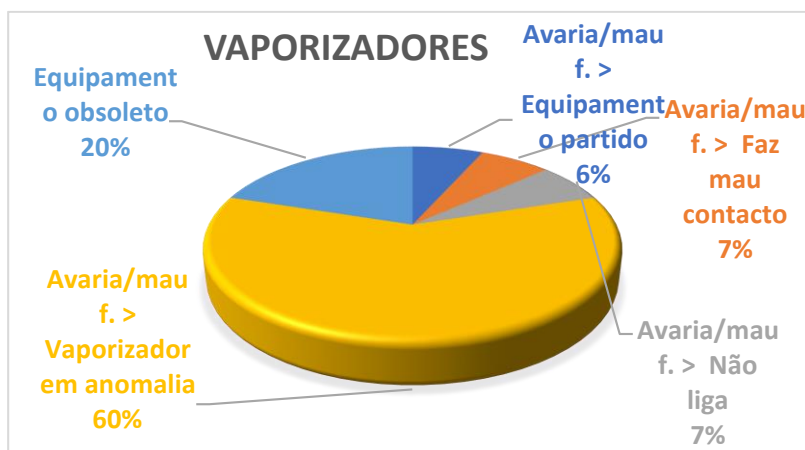


Figura 3-62 - Avarias mais comuns no ativo Vaporizadores

Na Figura 3-62 podemos verificar que a avaria mais recorrente com 60% das falhas é vaporizador em anomalia. O departamento de manutenção deveria implementar uma ação preventiva neste componente de forma a reduzir as avarias corretivas.

3.6.1.3.10 Avarias mais comuns no ativo Ventiladores

O ativo Ventiladores apresenta como avarias mais comuns, em que foram necessárias intervenções corretivas, a seguinte lista:

1. Avaria/mau funcionamento – Não calibra fluxo;
2. Avaria/mau funcionamento – Não avalia O₂;
3. Avaria/mau funcionamento – Erro/alarme de funcionamento;
4. Avaria/mau funcionamento – Fuga na traqueia.

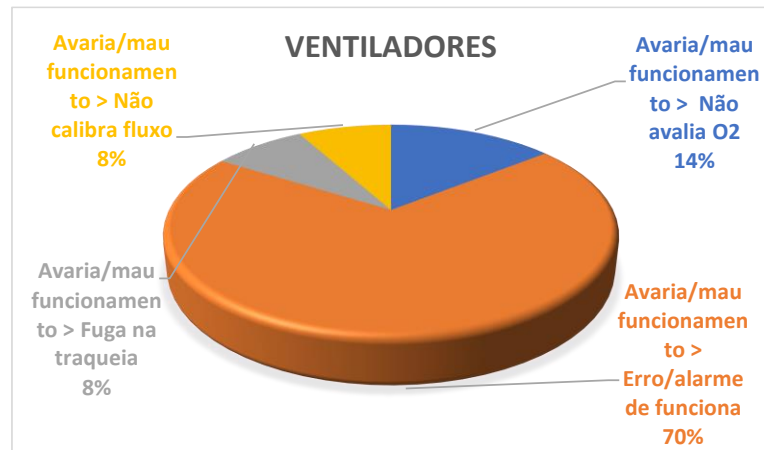


Figura 3-63 - Avarias mais comuns no ativo Ventiladores

Na Figura 3-63 podemos verificar que 70% das intervenções efetuadas ao ativo Ventiladores são referentes a Erro/ alarme de funcionamento. O departamento de manutenção deveria de investigar qual a razão deste tipo de avaria, de forma a poder implementar uma ação preventiva para a reduzir as avarias corretivas com este tipo de classificação.

3.6.2 Manutenção preventiva

Neste subcapítulo será efetuado o estudo da manutenção preventiva efetuada aos ativos do bloco operatório estudados. Para este estudo foi tido em conta as ordens de trabalho associadas dentro do intervalo de tempo até agora utilizado, isto é, de 1 de janeiro de 2020 a 1 de janeiro de 2022.

Em conjunto com o *software Nextbitt* e a plataforma "*Insights*" utilizada como base de dados pelo grupo hospitalar privado, procedeu-se ao tratamento desses dados.

Sendo assim o seguinte estudo baseia-se na identificação e exposição das preparações e tarefas executadas para cada equipamento seguida de uma análise quantitativa do número de preventivas realizada nos dois anos e a sua respetiva periodicidade.

3.6.2.1 Quantidade de Intervenções e periodicidade de preventivas por marca

Na Tabela 30 é possível ver a quantidade de intervenções preventivas, para diferentes periodicidades de cada ativo. Ao analisar a Tabela, é possível perceber que a maioria das intervenções em todos os ativos estudados têm periodicidade anual e semestral.

Tabela 30 – Quantidade de intervenções preventivas para diferentes periodicidades de cada ativo

Equipamento	MP Anual	MP Semestral	MP Trimestral	TOTAL
Candeeiro Cirúrgico	183	-	-	183
Coluna Marquesa	31	1	-	32
Eletrobisturi	95	429	-	524
Intensificador de Imagem	34	12	6	52
Marquesa	57	5	-	62
Microscópio Cirúrgico	75	42	-	117
Monitor de Bis	95	-	-	95
Unidade de Aquecimento	179	2	-	181
Vaporizadores	9	-	-	9
Ventiladores	105	268	-	373

As tarefas associadas a cada intervenção preventiva para as diferentes periodicidades encontram-se listadas no Anexo 2.

3.6.2.2 Análise das intervenções de manutenção preventiva por marca

De forma a ser possível verificar se o planeamento das intervenções de manutenção preventiva está a ser eficaz para as diferentes marcas de cada ativo, foi efetuada uma análise do número de intervenções preventivas por marca de cada ativo. As marcas dos ativos estudados que não aparecem nas tabelas indica que não foram realizadas intervenções planeadas.

As conclusões retiradas na análise dos indicadores de desempenho de cada marca de cada ativo vão ajudar a concluir este estudo.

No caso do ativo Candeeiro Cirúrgico dos 82 equipamentos existentes distribuídos por 8 marcas são efetuadas intervenções de manutenção preventiva a 7 marcas, a marca ANGENIEUX não possui qualquer registo de intervenções preventivas no período de estudo. A Tabela 31 mostra o número de intervenções preventivas para cada marca do ativo Candeeiro Cirúrgico.

Tabela 31 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Candeeiro Cirúrgico

Candeeiro Cirúrgico	
Marca	Quantidade
BERCHTOLD	20
DR MACH	20
DRAGER	43
HERAEUS	13
MAQUET	22
TRILUX	26
TRUMPF	39
TOTAL	183

Ao analisar a Tabela 31 podemos verificar que as marcas DRAGER e TRUMPF são as marcas que efetuaram mais intervenções preventivas nos seus equipamentos, sendo todas anuais.

A marca DRAGER apresenta bons valores de disponibilidade, o que demonstra que as intervenções de manutenção preventiva que se efetuam são suficientes. No caso da marca TRUMPF o indicador disponibilidade já não é tão favorável, neste caso, é necessário rever as periodicidades de intervenções de forma a diminuir as avarias registadas nesta marca.

Tabela 32 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Coluna Marquesa

Coluna de Marquesa	
Marca	Quantidade
GETINGE	6
MAQUET	20
TRUMPF	6
TOTAL	32

Ao analisar a Tabela 32 a marca MAQUET é a que possui maior número de intervenções preventivas, o que faz todo o sentido já que é a marca que tem 11 equipamentos. Ao analisar o indicador de disponibilidade percebemos que não é suficiente uma intervenção preventiva anual para os equipamentos desta marca. O departamento de

manutenção tem de estudar a possibilidade de uma intervenção preventiva semestral de forma a aumentar a disponibilidade dos ativos.

No caso da marca GETINGE, os 4 equipamentos que possuem apresentam uma disponibilidade de 87,5%, isto leva a crer que se efetuarem uma intervenção preventiva semestral, é possível aumentar a disponibilidade do equipamento.

Tabela 33 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Eletrobisturi

Eletrobisturi	
Marca	Quantidade
APPLIED MEDICAL	1
ARTHROCARE	16
BOWA	19
CONMED	69
COVIDIEN	36
DEPUY	8
EHICON	1
EMED	33
ERBE	127
ETHICON	33
GYNECARE	10
KARL STORZ	11
KLS MARTIN	6
LAMIDEY NOURY	3
LED SPA	12
MITEK	4
OLYMPUS	73
SORING	9
STRYKER	14
SUTTER	12
UTAH	4
VALLEYLAB	13
VNUS	10
TOTAL	524

Ao analisar a Tabela 33 as marcas ERBE, OLYMPUS e CONMED são as que possuem maior número de intervenções preventivas. No caso das marcas ERBE e OLYMPUS, faz todo o sentido, já que são as marcas que possuem maior número de equipamentos 32 e 23

respetivamente. Já no caso da marca CONMED existe apenas 9 equipamentos e o número de intervenções preventivas parece excessivo. Deve existir um erro no registo de intervenções ou existe intervenções classificadas com periodicidade semestral e estão a ser efetuadas com periodicidade trimestral. Já que o indicador de disponibilidade desta marca é bastante aceitável.

Quanto à disponibilidade da marca OLYMPUS esta é baixa, o número de intervenções periódicas devia aumentar. A marca STRYKER demonstra ser a marca que apresenta um bom planeamento de intervenções preventivas dos 7 equipamentos que possui apresenta 14 intervenções preventivas em 2 anos o que leva a crer que são intervenções anuais e apresenta uma disponibilidade de 99,8%.

Tabela 34 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Intensificador de Imagem

Intensificador de Imagem	
Marca	Quantidade
GE HEALTHCARE	11
HOLOGIC	2
MEDTRONIC	4
PHILIPS	11
SIEMENS	20
ZIEHM IMAGING	4
TOTAL	52

No ativo Intensificador de Imagem a marca com maior quantidade de intervenções preventivas é a marca SIEMENS seguida da marca GE HEALTHCARE e PHILIPS, conforme se pode observar na Tabela 34. O que faz todo o sentido já que são as marcas que possuem maior número de equipamentos. A marca SIEMENS possui 10 equipamentos e faz 20 intervenções preventivas em dois anos o que corresponde a duas intervenções anuais por equipamento.

Analisando a disponibilidade desta marca no valor de 88,2% podemos afirmar que o planeamento da manutenção está a ser bem efetuado. A marca GE HEALTHCARE tem 7 equipamentos e faz 11 intervenções em 2 anos e apresenta uma disponibilidade de 95,2%.

Na Tabela 35 está ilustrado a quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Marquesa, as marcas TRUMPF e MAQUET são as que têm maior número de intervenções nos últimos dois anos. Estas marcas possuem o maior número de equipamentos deste ativo 17 e 10 respetivamente.

No que diz respeito à disponibilidade a marca TRUMPF tem um valor baixo de 59,8%. Dos valores observados os 17 equipamentos em dois anos não possuem duas intervenções preventivas anuais já que o número de preventivas nesta marca é de 28 e devia ser 34. Há equipamentos em que as intervenções preventivas estão a falhar o que resulta num baixo valor de disponibilidade nesta marca.

No caso da marca MAQUET esta apresenta uma disponibilidade de 78,4% os 10 equipamentos estão a ter as intervenções preventivas anuais, mas não estão todos a ter as intervenções de periodicidade semestral. O departamento de manutenção devia dar atenção a este facto para conseguir aumentar a disponibilidade dos ativos desta marca.

Tabela 35 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Marquesa

Marquesa	
Marca	Quantidade
FAVERO	2
JMS	3
MAQUET	25
MAQUET-GETINGE	4
TRUMPF	28
TOTAL	62

No ativo Microscópio Cirúrgico a marca com maior quantidade de intervenções preventivas é a marca LEICA seguida da marca ZEISS, conforme se pode observar na Tabela 36. O que faz todo o sentido já que são as marcas que possuem maior número de equipamentos.

A marca LEICA possui 22 equipamentos e faz 64 intervenções preventivas em dois anos o que corresponde a duas intervenções anuais por equipamento mais 20 intervenções semestrais. Analisando a disponibilidade desta marca no valor de 88,2% podemos afirmar que o planeamento da manutenção está a ser efetuado, no entanto existem alguns equipamentos que não estão a ser alvo de intervenção de periodicidade semestral, revendo esta situação é possível aumentar a disponibilidade da marca. A marca ZEISS tem 12 equipamentos e faz 39 intervenções em 2 anos e apresenta uma disponibilidade de 86,7%.

Tabela 36 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Microscópio Cirúrgico

Microscópios Cirúrgicos	
Marca	Quantidade
ALCON	3
HAAG-STREIT	3
LEICA	65
MOLLER WEDEL	3
ZEISS	43
TOTAL	117

A Tabela 37 mostra a quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Monitor Bis, a marca COVIDIEN é a marca que tem maior número de intervenções nos últimos dois anos. Esta marca possui o maior número de equipamentos deste ativo 64.

Tabela 37 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Monitor Bis

Monitor de Bis	
Marca	Quantidade
COVIDIEN	75
GE HEALTHCARE	14
SOMANETICS	6
TOTAL	95

No que diz respeito à disponibilidade esta a marca tem um valor de 94,7% o que nos indica que o plano das intervenções preventivas está a ser bem efetuado.

No ativo Unidade de Aquecimento a marca com maior quantidade de intervenções preventivas é a marca COVIDIEN, conforme se pode observar na Tabela 38. Esta marca possui 57 equipamentos, por isso, existirem 150 intervenções em dois anos faz sentido, no entanto, estão programadas mais intervenções que as de periodicidade anual.

A disponibilidade desta marca é de 93,9% o que nos leva a dizer que as intervenções de manutenção preventiva efetuadas são suficientes. A marca WARM TOUCH tem 18 intervenções preventivas em dois anos e existem 13 equipamentos desta marca, aqui as intervenções anuais não estão a ser cumpridas em todos os equipamentos, no entanto a marca apresenta uma boa disponibilidade de 98,8%.

Tabela 38 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Unidade de Aquecimento

Unidade de Aquecimento	
Marca	Quantidade
BAIR HUGGER	1
COVIDIEN	151
MAQUET	3
NELLCOR	4
TYCO	4
WARM TOUCH	18
TOTAL	181

A Tabela 39 mostra a quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Vaporizadores apenas a marca DRAGER possui 9 intervenções nos últimos dois anos. Esta marca possui 92 equipamentos deste ativo. Devido à falta de registo de intervenções preventivas este ativo não tem cálculo do indicador disponibilidade. O departamento de manutenção tem que dedicar especial atenção a este ativo.

Tabela 39 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Vaporizadores

Vaporizadores	
Marca	Quantidade
DRAGER	9
TOTAL	9

No ativo Ventiladores a marca com maior quantidade de intervenções preventivas é a marca DRAGER, conforme se pode observar na Tabela 40. Esta marca possui 28 equipamentos, e existe o registo de 210 intervenções em dois anos. A marca GE HEALTHCARE possui 17 equipamentos e tem 100 intervenções preventivas.

Analisando a disponibilidade destas marcas a marca DRAGER tem uma disponibilidade de 95,6% e a marca GE HEALTHCARE de 94%. No entanto o número de intervenções parece muito elevado para o número de equipamentos existentes.

Tabela 40 – Quantidade de intervenções preventivas por marca do ativo Ventiladores

Ventiladores	
Marca	Quantidade
DATEX-OHMEDA	7
DRAGER	210
GE HEALTHCARE	100
HAMILTON MEDICAL	33
HEINEN LOWENSTEIN	14
MAQUET	9
TOTAL	373

3.6.2.3 Taxa Cumpridas vs Falhadas

Neste subcapítulo é efetuado o estudo do cumprimento do plano de manutenção preventiva dos equipamentos do bloco operatório estudados. A todas as intervenções de manutenção preventiva efetuadas nos diferentes ativos estudados foi atribuída uma data-limite para efetuar essa intervenção. De acordo com essa data verificamos se a intervenção de manutenção foi cumprida ou se foi efetuada fora do tempo limite, o que se considera uma intervenção de manutenção “falhada”, ou seja, fora de prazo.

A Tabela 41 mostra a quantidade de intervenções cumpridas e falhadas para cada ativo.

Tabela 41 - Quantidade de intervenções preventivas cumpridas e falhadas de cada ativo

Equipamento	Cumpridas	Falhadas	-	Total
Candeeiro Cirúrgico	137	39	7	183
Coluna Marquesa	32	0	0	32
Eletrobisturi	385	83	50	524
Intensificador de Imagem	37	7	8	52
Marquesa	57	5	0	62
Microscópio Cirúrgico	92	20	5	117
Monitor de Bis	73	20	2	95
Unidade de Aquecimento	165	13	3	181
Vaporizadores	3	6	0	9
Ventiladores	302	48	27	377

Depois de efetuar o levantamento de todas as intervenções de manutenção preventiva foi calculada, a percentagem das intervenções cumpridas e a percentagem das intervenções falhadas, para ser mais fácil interpretar através do gráfico da Figura 3-65 o estado de cumprimento do plano de manutenção preventiva por ativo.

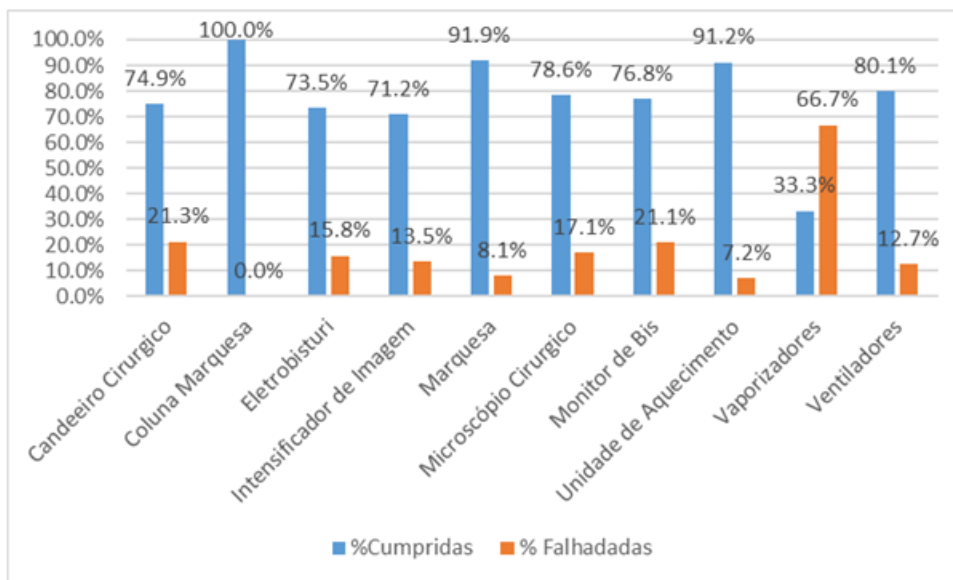


Figura 3-64 - Avarias mais comuns no ativo Ventiladores

Após a análise da Figura 3- 65 podemos verificar que á exceção do ativo vaporizadores todas as intervenções de manutenção preventiva foram quase sempre cumpridas.

Apesar disso, ainda continuam a existir valores consideráveis de intervenções de manutenção preventivas falhadas. O departamento de manutenção do grupo hospitalar privado deve tentar reduzir esta percentagem.

3.6.3 Estudo da duração média de vida dos diferentes equipamentos

Neste subcapítulo, pretende-se investigar a duração média de vida dos equipamentos em estudo. Para efetuar esse estudo foi necessário identificar quais os equipamentos abatidos até aos dias de hoje, identificando a data do início do seu funcionamento e a data em que o respetivo equipamento foi abatido.

A partir do *software* de gestão de ativos *NextBITT* iniciou-se a consulta dos equipamentos que já foram abatidos, que têm uma designação de “Anulados”. Visto que alguns dos equipamentos anulados não dispunham de registos das datas de abate e alguns de data de início de atividade, foi necessário explorar e consultar na plataforma *Insights*, a listas de manutenção preventiva e manutenção corretiva para esses equipamentos de todo o grupo hospitalar de forma a conseguir estimar essas datas.

Através destas listas foi possível obter datas sobre as primeiras intervenções preventivas e as últimas intervenções corretivas e consequentes registos de abate.

A partir do momento que se possui as datas de início e fim de vida, foi possível chegar ao tempo de vida real.

3.6.3.1 Equipamentos abatidos

De acordo com os dados retirados das duas plataformas existem 52 equipamentos abatidos, do bloco operatório, dos quais foi possível obter os dados completos.

Dos equipamentos abatidos existem alguns que o tempo de utilização foi calculado a partir da data da última intervenção de manutenção preventiva, devido ao facto de não existir o registo da data da intervenção de manutenção corretiva na qual foi efetuado o abate do equipamento. Estes equipamentos estão identificados nas Tabelas com um sombreado azul-claro e estão discriminados nas Tabelas seguintes por tipo de ativo.

Tabela 42 - Equipamentos abatidos do ativo Eletrobisturi

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
01A0A0006	ELETROBISTURI	DYONICS	16-07-2009	01-02-2021	4218	11,6
01A0A0212	ELETROBISTURI	OLYMPUS	07-08-2017	21-04-2021	1353	3,7
C00149	ELETROBISTURI	COVIDIEN	09-09-2020	25-08-2021	350	0,96
01A0A0031	ELETROBISTURI	GYNECARE	02-05-2020	24-09-2021	510	1,4
01A0A0033	ELETROBISTURI	GYNECARE	02-05-2007	02-11-2020	4933	13,5
01A0A0035	ELETROBISTURI	MITEK	26-08-2008	03-05-2021	4633	12,7
01A0A0038	ELETROBISTURI	MITEK	27-03-2013	03-05-2021	2959	8,1
01A0A0039	ELETROBISTURI	MITEK	25-10-2012	03-05-2021	3112	8,5
01A0A0043	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	20-06-2007	02-11-2020	4884	13,4
01A0A0044	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	14-10-2007	05-03-2021	4891	13,4
01A0A0045	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	27-06-2009	02-12-2021	4541	12,4
01A0A0046	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	18-06-2007	02-11-2020	4886	13,4
01A0A0065	ELETROBISTURI	OLYMPUS	01-03-2015	11-09-2020	2021	5,5
01A0B0007	ELETROBISTURI	STRYKER	15-06-2010	29-09-2020	3759	10,3
N04721	ELETROBISTURI	OLYMPUS	23-02-2021	26-10-2021	245	0,67
01A0A0100	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	05-07-2012	01-09-2021	3345	9,2
01A0A0101	ELETROBISTURI	VALLEYLAB	04-07-2012	22-12-2021	3458	9,5
01A0A0121	ELETROBISTURI	VERSAPOINT	01-09-2009	26-10-2021	4438	12,2

Dos 194 equipamentos ativos da tipologia Eletrobisturi, 18 foram dados como “anulados” como é possível visualizar na Tabela 42. Dos equipamentos anulados quase todos têm um tempo de vida superior a cinco anos, apenas quatro equipamentos é que tiveram uma duração de vida curta.

Desses equipamentos, dois são da marca OLYMPUS em que o tempo de vida foi inferior a um ano para um dos equipamentos e para outro foi de 3,7 anos. A outra marca que

apresentou um tempo de vida curto foi a marca COVIDIEN este equipamento apresentou um tempo de vida de aproximadamente um ano. A marca GYNECARE apresentou um equipamento com a duração de vida de 1,4 anos.

Tabela 43 - Equipamentos abatidos do ativo Intensificador de Imagem

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
31A0J0013	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	GE HEALTHCARE	12-09-2008	05-04-2021	4588	12,6
31A0J0015	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	SIEMENS	22-07-2015	27-07-2021	2197	6,0
31A0J0006	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	PHILIPS	27-02-2008	01-06-2020	4478	12,3
N04450	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	MEDTRONIC	10-10-2020	25-10-2021	380	1,1
31A0J0007	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	GE HEALTHCARE	20-05-2009	26-06-2020	4055	11,1

No caso do ativo Intensificador de Imagem dos 31 equipamentos ativos foram abatidos 5. Como é possível ver na Tabela 43. Dos equipamentos abatidos apenas o da marca MEDTRONIC apresentou uma duração de vida curta de aproximadamente um ano.

Tabela 44 - Equipamentos abatidos do ativo Microscópio Cirúrgico

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
21A0A0038	MICROSCOPIO CIRURGICO	ZEISS	28-11-2017	01-09-2020	1008	2,8

No caso do ativo Microscópio Cirúrgico dos 40 equipamentos ativos apenas um foi abatido. Como é possível ver na Tabela 44. O equipamento anulado da marca ZEISS apresentou uma duração de vida de 2,8 anos.

Tabela 45 - Equipamentos abatidos do ativo Monitor de Bis

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
02A0P0020	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	29-09-2017	04-08-2021	1405	3,9
A00216	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	17-06-2020	30-07-2021	408	1,1
N02378	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	23-04-2020	18-01-2021	270	0,74
02A0P0015	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	21-10-2016	07-06-2021	1690	4,6
02A0P0019	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	29-09-2017	06-05-2021	1315	3,6
02A0P0005	MONITOR DE BIS	COVIDIEN	21-08-2015	03-08-2020	1809	4,9

Dos 72 equipamentos ativos da tipologia Monitor Bis apenas 6 foram dados como anulados. Todos são da marca COVIDIEN e dois apresentaram um tempo de vida curto como é possível observar na Tabela 45.

A Tabela 46 ilustra os 12 equipamentos anulados do ativo Unidade de Aquecimento, de um total de 103 equipamentos. Dos equipamentos anulados quatro são da marca 3M e um da marca HOTLINE todos apresentam uma duração de vida muito reduzida, inferior a um ano.

Tabela 46 - Equipamentos abatidos do ativo Unidade de Aquecimento

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
42A0I0025	UNIDADE DE AQUECIMENTO	COVIDIEN	01-03-2010	29-10-2020	3895	10,7
B01017	UNIDADE DE AQUECIMENTO	3M	06-01-2021	05-04-2021	89	0,24
B01018	UNIDADE DE AQUECIMENTO	3M	06-01-2021	05-04-2021	89	0,24
B01019	UNIDADE DE AQUECIMENTO	3M	06-01-2021	02-09-2021	239	0,65
B01020	UNIDADE DE AQUECIMENTO	3M	06-01-2021	28-09-2021	265	0,73
42A0D0039	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	HOTLINE	18-07-2019	01-07-2021	714	1,96
42A0D0040	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	HOTLINE	18-07-2019	01-07-2021	714	1,96
42A0D0041	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	HOTLINE	18-07-2019	03-01-2020	169	0,46
42A0I0044	UNIDADE DE AQUECIMENTO	COVIDIEN	15-06-2010	01-09-2021	4096	11,2
42A0I0067	UNIDADE DE AQUECIMENTO	COVIDIEN	15-06-2010	01-09-2021	4096	11,2
E00085	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	HOTLINE	10-01-2020	22-07-2021	559	1,5
42A0I0052	UNIDADE DE AQUECIMENTO	BAIR HUGGER	22-08-2012	03-08-2020	2903	7,9

Para finalizar este estudo falta apenas analisar a Tabela 47. Dos 120 equipamentos ativos da tipologia Vaporizadores, 9 estão registados como anulados. Dos equipamentos anulados três são da marca DRAGER e todos apresentam uma duração de vida muito reduzida. Dois deles com duração inferior a um ano, e um com duração de 1,3 anos.

Tabela 47 - Equipamentos abatidos do ativo Vaporizadores

Cód. Ativo	Designação Ativo	Marca	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (dias)	Tempo de vida (anos)
15A0B0123	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	DRAGER	20-05-2015	01-05-2020	1808	4,9
15A0B0125	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	DRAGER	20-05-2015	01-05-2020	1808	4,9
15A0B0104	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	DRAGER	25-06-2015	01-05-2020	1772	4,8
A00012	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	DRAGER	02-08-2019	04-05-2020	276	0,76
15A0B0144	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	DRAGER	20-06-2016	01-05-2020	1411	3,9
15A0B0148	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	BAXTER	20-01-2016	01-05-2020	1563	4,3
15A0B0152	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	DRAGER	04-01-2019	04-05-2020	486	1,3
15A0B0145	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	DRAGER	11-07-2015	06-10-2020	1914	5,2
15A0B0150	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	DRAGER	01-08-2017	27-10-2020	1183	3,2
D00538	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	DRAGER	23-09-2020	16-11-2020	53	0.15

3.6.3.2 Relação entre o tempo de vida dos equipamentos e a sua taxa de utilização

Para o cálculo da taxa de utilização dos diferentes ativos foram utilizados os valores das durações médias de vidas calculadas no subcapítulo anterior, assim como a esperança média de vida definida pela equipa técnica de manutenção do grupo hospitalar privado para os equipamentos do Bloco Operatório.

Este estudo serve para cumprir o objetivo deste estudo que relacionar o tempo de vida dos equipamentos com a sua taxa de utilização. Para isso é necessário perceber se esses equipamentos tiveram uma aproximação de funcionamento em função da esperança média de vida que a equipa de manutenção do grupo hospitalar tinha para cada tipo de ativo.

A equipa técnica do departamento de manutenção delineou para cada ativo, os dados seguintes de esperança de vida:

- Unidade de Aquecimento, Microscópio Cirúrgico, Monitor Bis – 8 anos;
- Candeeiro Cirúrgico, Eletrobisturi, Intensificador de Imagem, Marquesa Cirúrgica, Vaporizadores e Ventiladores – 10 anos;

Para efetuar o cálculo da taxa de utilização (TU(%)) utilizou-se a expressão de cálculo apresentada na Equação 2:

$$TU(\%) = \frac{\text{Tempo de trabalho em que o equipamento executou o serviço}}{\text{Tempo programado para o trabalho}} \quad (\text{Equação 2})$$

O tempo em que o equipamento executou o serviço, corresponde ao tempo de vida do equipamento, o tempo programado para o trabalho corresponde à esperança média de vida facultada pelo departamento de manutenção. Após reunir todos os dados dos diferentes equipamentos procedeu-se à análise dos mesmos por grupos de ativos.

Tabela 48 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Eletrobisturi

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
DYONICS	ELETROBISTURI	16-07-2009	01-02-2021	11,6	116,0
OLYMPUS	ELETROBISTURI	07-08-2017	21-04-2021	3,7	37,0
COVIDIEN	ELETROBISTURI	09-09-2020	25-08-2021	0,96	9,6
GYNECARE	ELETROBISTURI	02-05-2020	24-09-2021	1,4	14,0
GYNECARE	ELETROBISTURI	02-05-2007	02-11-2020	13,5	135,0
MITEK	ELETROBISTURI	26-08-2008	03-05-2021	12,7	127,0
MITEK	ELETROBISTURI	27-03-2013	03-05-2021	8,1	81,1
MITEK	ELETROBISTURI	25-10-2012	03-05-2021	8,5	85,3
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	20-06-2007	02-11-2020	13,4	134,0
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	14-10-2007	05-03-2021	13,4	134,0
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	27-06-2009	02-12-2021	12,4	124,4
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	18-06-2007	02-11-2020	13,4	134,0
OLYMPUS	ELETROBISTURI	01-03-2015	11-09-2020	5,5	55,4
STRYKER	ELETROBISTURI	15-06-2010	29-09-2020	10,3	103,0
OLYMPUS	ELETROBISTURI	23-02-2021	26-10-2021	0,67	6,7
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	05-07-2012	01-09-2021	9,2	91,6
VALLEYLAB	ELETROBISTURI	04-07-2012	22-12-2021	9,5	94,7
VERSAPOINT	ELETROBISTURI	01-09-2009	26-10-2021	12,2	121,6

No que diz respeito ao ativo Eletrobisturi, existem nove equipamentos que não alcançaram os 10 anos de vida útil. Os ativos que superaram os 10 anos de vida útil foram ativos das marcas DYONICS, VALLEYLAB, STRYKER e VERSAPOINT, conforme se pode visualizar na Tabela 48.

Tabela 49 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Intensificador de Imagem

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
GE HEALTHCARE	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	12-09-2008	05-04-2021	12,6	125,7
SIEMENS	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	22-07-2015	27-07-2021	6,0	60,2
PHILIPS	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	27-02-2008	01-06-2020	12,3	122,7
MEDTRONIC	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	10-10-2020	25-10-2021	1,1	10,4
GE HEALTHCARE	INTENSIFICADOR DE IMAGEM	20-05-2009	26-06-2020	11,1	111,1

Já ativo Intensificador de Imagem, existem dois equipamentos que não alcançaram os 10 anos de vida útil. Os ativos que superaram os 10 anos de vida útil foram ativos das marcas GE HEALTHCARE e PHILIPS, conforme se pode visualizar na Tabela 49.

Tabela 50 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Microscópio Cirúrgico

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
ZEISS	MICROSCOPIO CIRURGICO	28-11-2017	01-09-2020	2,8	35,0

Para o ativo Microscópio Cirúrgico o único equipamento abatido não alcançou os 8 anos de vida útil, conforme se pode visualizar na Tabela 50.

Tabela 51 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Monitor Bis

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	29-09-2017	04-08-2021	3,9	48,1
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	17-06-2020	30-07-2021	1,1	14,0
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	23-04-2020	18-01-2021	0,74	9,2
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	21-10-2016	07-06-2021	4,6	57,9
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	29-09-2017	06-05-2021	3,6	45,0
COVIDIEN	MONITOR DE BIS	21-08-2015	03-08-2020	4,9	62,0

Para o ativo Monitor Bis nenhum equipamento abatido alcançou os 8 anos de vida útil, conforme se pode visualizar na Tabela 51.

Tabela 52 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Unidade de Aquecimento

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
COVIDIEN	UNIDADE DE AQUECIMENTO	01-03-2010	29-10-2020	10,7	133,4
3M	UNIDADE DE AQUECIMENTO	06-01-2021	05-04-2021	0,24	3,0
3M	UNIDADE DE AQUECIMENTO	06-01-2021	05-04-2021	0,24	3,0
3M	UNIDADE DE AQUECIMENTO	06-01-2021	02-09-2021	0,65	8,2
3M	UNIDADE DE AQUECIMENTO	06-01-2021	28-09-2021	0,73	9,1
HOTLINE	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	18-07-2019	01-07-2021	1,96	24,5
HOTLINE	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	18-07-2019	01-07-2021	1,96	24,5
HOTLINE	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	18-07-2019	03-01-2020	0,46	5,8
COVIDIEN	UNIDADE DE AQUECIMENTO	15-06-2010	01-09-2021	11,2	140,3
COVIDIEN	UNIDADE DE AQUECIMENTO	15-06-2010	01-09-2021	11,2	140,3
HOTLINE	UNIDADE DE AQUECIMENTO DE FLUIDOS	10-01-2020	22-07-2021	1,5	19,1
BAIR HUGGER	UNIDADE DE AQUECIMENTO	22-08-2012	03-08-2020	7,9	99,4

No que diz respeito ao ativo Unidade de Aquecimento, existem oito equipamentos que não alcançaram os 8 anos de vida útil. Os ativos que superaram os 8 anos de vida útil foram ativos das marcas COVIDIEN e BAIR HUGGER, conforme se pode visualizar na Tabela 52.

Para o ativo Vaporizadores nenhum equipamento abatido alcançou os 10 anos de vida útil, conforme se pode visualizar na Tabela 53.

Tabela 53 – Taxa de utilização dos abatidos do ativo Vaporizadores

Marca	Designação Ativo	Data Início	Data de Fim	Tempo de vida (anos)	TU (%)
DRAGER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	20-05-2015	01-05-2020	4,9	49,5
DRAGER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	20-05-2015	01-05-2020	4,9	49,5
DRAGER	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	25-06-2015	01-05-2020	4,8	48,5
DRAGER	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	02-08-2019	04-05-2020	0,76	7,6
DRAGER	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	20-06-2016	01-05-2020	3,9	38,7
BAXTER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	20-01-2016	01-05-2020	4,3	42,8
DRAGER	VAPORIZADOR DE DESFLURANO	04-01-2019	04-05-2020	1,3	13,3
DRAGER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	11-07-2015	06-10-2020	5,2	52,4
DRAGER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	01-08-2017	27-10-2020	3,2	32,4
DRAGER	VAPORIZADOR DE SEVOFLURANO	23-09-2020	16-11-2020	0.15	1,5

3.7 Desempenho operacional por marca de cada ativo

Neste subcapítulo vão ser apresentadas quais as marcas estudadas para cada um dos ativos que apresentaram melhor ou pior desempenho operacional e que pode ser a escolha para futuras aquisições. Na Figura 3-65 é possível visualizar para cada ativo qual ou quais as marcas que se destacaram, durante o estudo efetuado ao longo de todo o trabalho, nos últimos dois anos.

Todos os ativos apresentam marcas com melhor ou pior desempenho, apenas os ativos Microscópios Cirúrgicos e Vaporizadores é que apresentam as mesmas marcas para melhor e pior desempenho. Isto deve-se ao facto de apenas haver registo fiáveis dessas marcas quer em indicadores de desempenho quer em número de avarias.

No capítulo seguinte, será efetuada uma tabela onde serão apresentadas todas as conclusões que fundamentam estas tomadas de decisão por marca de ativos.

Equipamentos	Desempenho (Avarias) por Marca	
	Melhor	Pior
Candeeiro cirurgico	BERCHTOLD	DRAGER e MAQUET
Coluna de marquesa	GETINGE	MAQUET
Eletrobisturi	ETHICON	VALLEYLAB
Intensificador de Imagem	GE HEALTHCARE	SIEMENS
Microscópios Cirurgicos	LEICA e ZEISS	LEICA e ZEISS
Monitor de Bis	COVIDIEN	COVIDIEN
Unidade de Aquecimento	WARM TOUCH	COVIDIEN
Vaporizadores	DRAGER	DRAGER
Ventiladores	HEINEN LOWENSTEIN	DRAGER
Marquesa	PORTSMOUTH SURGICAL	MAQUET e TRUMPF

Figura 3-65 – Desempenho operacional por marca de ativo

CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo é descrita a última fase da metodologia *Action Research* referente à exposição dos resultados obtidos ao longo deste estudo e é efetuada uma síntese da conclusão final sobre todo o trabalho prático desenvolvido.

Além disso neste capítulo aborda-se também futuros trabalhos que podem ser concretizados, completando assim a presente dissertação.

4.1 Conclusões

Ao longo da realização deste trabalho, foi possível abordar diferentes pontos e distintos resultados para diferentes ativos que fazem parte do Bloco Operatório de várias unidades hospitalares.

Embora este trabalho tivesse diferentes objetivos todos estavam centrados na manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos. Este trabalho teve como foco as diferentes marcas de cada tipo de ativo e através da informação recolhida, através das plataformas de gestão da manutenção, encontrar a melhor forma para conseguir uma maior eficiência dos ativos em estudo.

Para uma melhor explicação do trabalho realizado na Tabela 54 estão descritos os objetivos, as medidas de implementação para cumprir com os mesmos e os resultados obtidos.

Tabela 54 – Cumprimento dos objetivos definidos

Objetivo	Medidas Implementadas	Status
Estudar a duração média de vida dos diferentes equipamentos médicos, desde o momento de chegada e/ou instalação nas unidades hospitalares até ao momento de abate	Cálculo da duração média de vida dos equipamentos e da sua taxa de utilização.	OK
Analisar os indicadores de desempenho de manutenção, dos dispositivos médicos, em função da fase do ciclo de vida em que se encontram	Cálculo dos seguintes Indicadores para cada marca dos diferentes ativos: MTBF, MTTR, Disponibilidade e Eficiência Operacional.	OK

Quantificar o número médio de avarias dos equipamentos, de forma a fazer uma gestão das intervenções de manutenção corretiva	Avaliar as intervenções de manutenção corretiva por marca dos equipamentos em estudo.	OK
Constatar o papel das intervenções de manutenção preventiva na duração média de vida dos dispositivos médicos e quais as tarefas realizadas em cada intervenção	Avaliar as intervenções de manutenção preventiva por marca dos equipamentos em estudo e analisar periodicidades e tarefas realizadas em cada intervenção.	OK
Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos dispositivos médicos do Bloco Operatório	Analisar, quantificar e tipificar as avarias recorrentes em cada ativo por marca.	OK

Através do cumprimento dos objetivos propostos foi possível definir para cada tipo de equipamento quais as marcas que apresentam melhor desempenho e que podem ser escolhidas para futuras aquisições.

A Tabela 55 ilustra uma síntese das conclusões que foram retiradas ao longo de todo o trabalho desenvolvido para cada marca de cada ativo estudado.

Tabela 55 - Conclusões para cada marca de ativo estudado

Equipamento	Conclusão dos objetivos
Candeeiro Cirúrgico	No ativo Candeeiro Cirúrgico existem várias marcas, as que se destacam pelo número de ativos são as marcas BERCHTOLD e a DRAGER que possuem 20 e 17 respetivamente. De acordo com o estudo dos KPI's das diferentes marcas é de destacar a marca BERCHTOLD uma vez que é a marca que apresenta melhores valores, o MTBF é de 197 dias, o MTTR é de 5 dias, a disponibilidade é de 97,5% enquanto a sua eficiência operacional tem um valor acima dos 85%. No que diz respeito às avarias esta marca apresenta 11 avarias em 2 anos nos 20 equipamentos existentes, por estes motivos a marca BERCHTOLD pode ser a marca referencia neste tipo de ativos de acordo com os valores

apresentados nos KPI. A marca ANGENIEUX não apresenta qualquer avaria no período de estudo, no entanto como não existem registos para calcular os KPI, as informações são escassas para tirar qualquer conclusão. Neste ativo as marcas que obtiveram pior desempenho a nível de número de avarias são as marcas DRAGER e MAQUET.

Coluna Marquesa

Neste grupo de ativos a marca GETINGE assume-se como a melhor marca para uma futura aposta da unidade hospitalar. De acordo com os indicadores de desempenho esta marca tem o valor do MTBF igual a 56 dias, apesar de não ser muito bom é melhor que a outra marca existente para este ativo. O valor do MTTR é de 8 dias. Quanto à sua disponibilidade esta é de 87,5% que podemos considerar um bom valor enquanto o valor da eficiência operacional é de 94,7% o que mostra que o aparelho está quase sempre disponível para o tempo de trabalho determinado. O número de avarias no período de estudo para esta marca é de 13 avarias em 4 equipamentos que esta marca detém. A marca MAQUET é a marca que apresenta piores indicadores de desempenho e em termos de avarias apresenta 46 avarias em dois anos nos 11 equipamentos existentes, esta marca não é uma boa opção para futuras aquisições.

Eletrobisturi

No ativo Eletrobisturi as marcas ERBE, COVIDIEN e OLYMPUS são as mais representadas com 32, 30 e 23 equipamentos respetivamente. No que se refere ao número de avarias a marca COVIDIEN é a que apresenta menos avarias no período de estudo. De realçar nas avarias a marca ETHICON que apresenta 15 equipamento e 0 avarias. Desde logo, esta marca começa a ganhar destaque dentro deste grupo de ativos e comparando as marcas que possuem os melhores indicadores verificamos que quanto ao MTBF as marcas STRYKER e ETHICON possuem 608 e 585 dias respetivamente, quanto ao MTTR a marca KARL STORZ e a que apresenta o melhor valor 1 dia. A disponibilidade é mais alta nas marcas STRYKER KARL STORZ e ETHICON com valores de 99,8%, 99,7% e de 97,4%. Enquanto as disponibilidades do equipamento para o tempo de trabalho programado continuam a ser as mesmas marcas com os melhores valores, STRYKER é de 83,1%, KARL STORZ é de 83,2% enquanto ETHICON é de 85,2%. Resumindo estes valores todos a marca ETHICON é a mais adequada para futuras aquisições. Os ativos abatidos que

	<p>superaram os 10 anos de vida útil foram ativos das marcas DYONICS, VALLEYLAB, STRYKER e VERSAPOINT.</p>
Intensificador de Imagem	<p>As marcas que possuem mais equipamentos neste tipo de ativo são as marcas GE HEALTHCARE e SIEMENS. Em termos de disponibilidade a marca GE HEALTHCARE apresenta melhor valor 95,2% enquanto a marca SIEMENS apresenta um valor de 88,2%. Quanto ao número de avarias a marca GE HEALTHCARE destaca-se já que em dois anos os 7 equipamentos que a marca detém avariaram 14 vezes. No caso da marca SIEMENS o resultado do número de avarias é elevado os 5 equipamentos existentes avariaram em 2 anos 66 vezes. Dos ativos abatidos as marcas que superaram os 10 anos de vida útil foram as marcas GE HEALTHCARE e PHILIPS.</p>
Microscópio Cirúrgico	<p>As marcas que possuem mais equipamentos neste tipo de ativo são as marcas LEICA e ZEISS. Em termos de disponibilidade a marca LEICA apresenta melhor valor 88,2% enquanto a marca ZEISS apresenta um valor de 86,7%. Quanto ao número de avarias ambas as marcas apresentam muitas avarias no período de estudo para o número de equipamentos que detêm. Deste ativo o único equipamento abatido é da marca ZEISS e não alcançou os 8 anos de vida útil.</p>
Monitor de Bis	<p>No Monitor de Bis apenas existem valores de uma marca que é a COVIDIEN, por isso não há muito por onde comparar. Mas é de ter em conta que esta marca possui bons indicadores como o MTBF de 107 dias, o MTTR de 6 dias, a disponibilidade de 94,7% enquanto a eficiência operacional de 87,5% o que podemos considerar um valor bom. O menos positivo desta marca é o número elevado de avarias 70 para apenas os 4 equipamentos existentes. É de realçar a marca ASPECT que apesar de não haver valores dos indicadores existem 64 equipamentos ao qual não há nenhuma avaria associada o que pode ser um ponto a favor ou falta de registo de intervenções. Dos equipamentos abatidos apenas existem da marca COVIDIEN e nenhum alcançou os 8 anos de vida útil.</p>
Unidade de Aquecimento	<p>Nas unidades de aquecimento é de salientar os poucos registos existentes, 4 da marca COVIDIEN e 1 da marca WARM TOUCH apesar de haver mais marcas e equipamentos deste ativo. Mas apesar de serem poucos equipamentos destas marcas estas possuem um elevado número de avarias 70 na marca COVIDIEN e 16 na WARM TOUCH. Isto é um ponto desfavorável para optar</p>

por estas marcas, mas por outro lado a marca WARM TOUCH possui muito bons indicadores de desempenho. Quanto ao MTBF deste marca é de 130 dias, o MTTR é de 1,6 dias. A disponibilidade deste equipamento é de 94,4% e a sua eficiência operacional é de 87,8%. Com um bom planeamento da manutenção destes equipamentos podemos conseguir reduzir o número de avarias o que fará que esta marca seja um bom investimento futuro. Dos 8 ativos abatidos apenas 3 superaram os 8 anos de vida útil foram 2 ativos da marca COVIDIEN e 1 ativo da marca BAIR HUGGER.

Vaporizadores

O ativo Vaporizadores é um caso difícil de estudo uma vez que existem na totalidade 120 equipamentos divididos por 8 marcas. Destas, domina a marca DRAGER com 92 ativos apesar de existir apenas valores da marca DRAGER, estes valores são de difícil interpretação. Logo por ausência de registo de intervenções não foi possível calcular os KPI para este ativo. Dos 9 equipamentos abatidos 8 são da marca DRAGER e nenhum equipamento abatido alcançou os 10 anos de vida útil.

Ventiladores

Neste grupo de ativos pode-se desde logo realçar que todas as marcas possuem avarias nos equipamentos, mas a marca DRAGER é a que possuiu pior rácio entre o número de aparelhos e número de avarias 27/134. O que é um ponto desfavorável para esta marca. No entanto, ao analisar os valores dos indicadores de desempenho no indicador disponibilidade as marcas LOWENSTEIN, HEINEN LOWENSTEIN e DRAGER tem 96,2%, 91,5% e 95,6% respetivamente, podemos considerar que são valores relativamente iguais. A eficiência operacional a HEINEN LOWEINSTEIN é a que possui o melhor valor de 90,6% e a DRAGER de 86,7%. Correlacionando todos estes valores a marca HEINEN LOWENSTEIN é a que apresenta melhores soluções para adquirir no futuro já que ganha no rácio de n.º de avarias por equipamentos 17/14.

Marquesas

No ativo marquesa as marcas MAQUET e TRUMPF são as que possuem mais equipamentos 10 e 17 respetivamente, mas também são as marcas que possuem mais avarias 43 e 45. Quanto aos indicadores de desempenho a marca PORTSMOUTH SURGICAL é a que possui melhores valores como o MTBF de 204 dias, o MTTR de 12 dias, a disponibilidade de 94,4% e a sua eficiência operacional é de 87,8%. Podemos considerar valores muito bons apesar de apenas existir 1 equipamento desta marca. O que não nos dá grande garantia na interpretação dos resultados. Mesmo assim são valores fiáveis o que faz com que

seja uma marca a apostar no futuro. A marca MAQUET e a marca TRUMPF apresentam um baixo valor de Disponibilidade de 78,4% e 59,8% respetivamente. Nestas marcas é essencial o departamento de manutenção corrigir o MTTR para aumentar a sua Disponibilidade. O Indicador eficiência operacional, pelos valores apresentados, demonstra que para estas duas marcas a manutenção não está a ser suficientemente eficaz, o tempo planeado para o trabalho está a ser muito superior ao tempo em que realmente os ativos se encontram disponíveis.

4.2 Propostas de trabalhos futuros

Como proposta de trabalhos futuros, seria interessante fazer o estudo dos custos de manutenção por tipo de manutenção, ou seja, fazer o cálculo dos custos médios anuais das intervenções de manutenção preventiva e manutenção corretiva por marca de ativos.

Outro estudo que seria interessante efetuar era o cálculo do LCC custo de posse por equipamento. Este estudo ajudava o departamento de manutenção a ter uma previsão do tempo ideal para a substituição preventiva dos seus equipamentos aumentando a disponibilidade dos seus ativos. O estudo do LCC iria reforçar e apoiar as tomadas de decisão, nas futuras aquisições de equipamentos.

**BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE
INFORMAÇÃO**

5 BIBLIOGRAFIA E OUTRAS FONTES DE INFORMAÇÃO

- Alves, F. F., & Ravetti, M. G. (2020). Hybrid proactive approach for solving maintenance and planning problems in the scenario of Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 216–221. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.035>
- Baji, H., Li, C. Q., Scicluna, S., & Dauth, J. (2017). Risk-cost optimised maintenance strategy for tunnel structures. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 69, 72–84. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2017.06.008>
- Braga, I. C., Brandão, F. da S., Ribeiro, F. R. C., & Diógenes, A. G. (2019). Application of GUT Matrix in the assessment of pathological manifestations in heritage constructions. *Revista ALCONPAT*, 9(3), 320–335. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i3.400>
- Ceruti, A., Marzocca, P., Liverani, A., & Bil, C. (2019). Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: The role of Augmented Reality and Additive Manufacturing. *Journal of Computational Design and Engineering*, 6(4), 516–526. <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2019.02.001>
- Corsini, A., Bonacina, F., Feudo, S., Lucchetta, F., & Marchegiani, A. (2016). Multivariate KPI for Energy Management of Cooling Systems in Food Industry. *Energy Procedia*, 101, 297–304. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.038>
- dos Reis, M. D. O., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38, 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>
- Draft for Public Comment*. (2005). <http://www.bsi-global.com>.
- Dui, H., Si, S., & Yam, R. C. M. (2017). A cost-based integrated importance measure of system components for preventive maintenance. *Reliability Engineering and System Safety*, 168, 98–104. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2017.05.025>
- Ebrahimi, M., Baboli, A., & Rother, E. (2019). The evolution of world class manufacturing toward Industry 4.0: A case study in the automotive industry. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.021>
- Einabadi, B., Baboli, A., & Ebrahimi, M. (2019). Dynamic Predictive Maintenance in industry 4.0 based on real time information: Case study in automotive industries. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13), 1069–1074. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.11.337>

- Errandonea, I., Beltrán, S., & Arrizabalaga, S. (2020). Digital Twin for maintenance: A literature review. In *Computers in Industry* (Vol. 123). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103316>
- Ferreira, S., Martins, L., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Campilho, R. D. S. G., & Sá, J. C. (2020). A novel approach to improve maintenance operations. *Procedia Manufacturing*, 51, 1531–1537. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.213>
- Ferreira, S., Silva, F. J. G., Casais, R. B., Pereira, M. T., & Ferreira, L. P. (2019). KPI development and obsolescence management in industrial maintenance. *Procedia Manufacturing*, 38, 1427–1435. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.145>
- Gong, J., Luo, Y., Qiu, Z., & Wang, X. (2020). Determination of key components in automobile braking systems based on ABC classification and FMECA. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.01.008>
- Gonzalez, E., Nanos, E. M., Seyr, H., Valdecabres, L., Yürüşen, N. Y., Smolka, U., Muskulus, M., & Melero, J. J. (2017). Key Performance Indicators for Wind Farm Operation and Maintenance. *Energy Procedia*, 137, 559–570. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.385>
- Guariente, P., Antonioli, I., Ferreira, L. P., Pereira, T., & Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, 13, 1128–1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- Gulati, Ramesh. (2013). *Maintenance and reliability best practices*. Industrial Press.
- Hagström, M. H., Gandhi, K., Bergsjö, D., & Skoogh, A. (2020). Evaluating the effectiveness of machine acquisitions and design by the impact on maintenance cost – A case study. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 25–30. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.005>
- Hernández-Chover, V., Castellet-Viciano, L., & Hernández-Sancho, F. (2020). Preventive maintenance versus cost of repairs in asset management: An efficiency analysis in wastewater treatment plants. *Process Safety and Environmental Protection*, 141, 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.04.035>
- Ignat, S. (2013). Power plants maintenance optimization based on CBM techniques. *IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline)*, 46(6 PART 1), 64–68. <https://doi.org/10.3182/20130522-3-RO-4035.00031>
- lung, B., Levrat, E., Crespo Marquez, A., & Erbe, H. (2007). *E-MAINTENANCE: PRINCIPLES, REVIEW AND CONCEPTUAL FRAMEWORK*. www.mt-online.com/newarticles2/04-00uptime.cfm
- Izquierdo, J., Márquez, A. C., Uribetxebarria, J., & Erguido, A. (2020). On the importance of assessing the operational context impact on maintenance management for life cycle cost of wind energy projects. *Renewable Energy*, 153, 1100–1110. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.02.048>

- Jaderi, F., Ibrahim, Z. Z., & Zahiri, M. R. (2019). Criticality analysis of petrochemical assets using risk based maintenance and the fuzzy inference system. *Process Safety and Environmental Protection*, 121, 312–325. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.11.005>
- Jain, A. K., Chouksey, P., Parlikad, A. K., & Lad, B. K. (2020). Distributed diagnostics, prognostics and maintenance planning: Realizing industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 53(3), 354–359. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.11.057>
- Jasiulewicz-Kaczmarek, M., & Gola, A. (2019). Maintenance 4.0 Technologies for Sustainable Manufacturing - An Overview. *IFAC-PapersOnLine*, 52(10), 91–96. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.005>
- Leva, M. C., Baldissone, G., Caso, R., Demichela, M., Lawlor, L., & McAleer, B. (2018). Cost benefit evaluation of maintenance options for aging equipment using monetised risk values: A practical application. *Procedia Manufacturing*, 19, 119–126. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.01.017>
- Martins, R., Pereira, M. T., Ferreira, L. P., Sá, J. C., & Silva, F. J. G. (2020). Warehouse operations logistics improvement in a cork stopper factory. *Procedia Manufacturing*, 51, 1723–1729. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.240>
- Mofokeng, T., Mativenga, P. T., & Marnewick, A. (2020). Analysis of aircraft maintenance processes and cost. *Procedia CIRP*, 90, 467–472. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.01.115>
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., & de Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623–630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011a). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011b). Development of maintenance function performance measurement framework and indicators. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.039>
- Mwanza, B. G., & Mbohwa, C. (2015). Design of a Total Productive Maintenance Model for Effective Implementation: Case Study of a Chemical Manufacturing Company. *Procedia Manufacturing*, 4, 461–470. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.11.063>
- Neto, A. A., Carrijo, B. S., Romanzini Brock, J. G., Deschamps, F., & de Lima, E. P. (2021). Digital twin-driven decision support system for opportunistic preventive maintenance scheduling in manufacturing. *Procedia Manufacturing*, 55, 439–446. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.10.060>

- Niu, Y. F. (2021). Performance measure of a multi-state flow network under reliability and maintenance cost considerations. *Reliability Engineering and System Safety*, 215. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107822>
- Özgür-Ünlüakın, D., Türkali, B., & Aksezer, S. Ç. (2021). Cost-effective fault diagnosis of a multi-component dynamic system under corrective maintenance. *Applied Soft Computing*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107092>
- Pan, Y., Shang, Y., Liu, G., Xie, Y., Zhang, C., & Zhao, Y. (2021). Cost-effectiveness evaluation of pavement maintenance treatments using multiple regression and life-cycle cost analysis. *Construction and Building Materials*, 292. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123461>
- Pereira, C., Carvalho, D., Pereira De Carvalho, C., & Ferreira De Castro, C. (2020). Application of a tool based on the GUT matrix for the improvement of quality Indicators in the automotive industry. *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences*, 2020(01), 37–043. <https://doi.org/10.30574/wjaets>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019a). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019b). Continuous improvement in maintenance: A case study in the automotive industry involving Lean tools. *Procedia Manufacturing*, 38, 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.127>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan - A case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423–1430. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.198>
- Pinto, G., Silva, F. J. G., Fernandes, N. O., Casais, R., Baptista, A., & Carvalho, C. (2020). Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 11(3), 192–204. <https://doi.org/10.24867/IJIEEM-2020-3-264>
- Ribeiro De Carvalho, A., Rosse, V. O., & Barbosa, M. T. (n.d.). *O EMPREGO DO MÉTODO GUT NA PRIORIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS. ESTUDO DE CASO: INSTITUTO MARIA Reuse of construction waste civil and mining View project Método GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) para Priorização na Resolução de Manifestações Patológicas e Estimativa da Vida Útil de Elementos em Edificações View project*. <https://www.researchgate.net/publication/344406035>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019a). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line.

- Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1574–1581.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019b). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38, 1574–1581.
<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Sahba, R., Radfar, R., Rajabzadeh Ghatari, A., & Pour Ebrahimi, A. (2021). Development of Industry 4.0 predictive maintenance architecture for broadcasting chain. *Advanced Engineering Informatics*, 49. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2021.101324>
- Santos, T., Silva, F. J. G., Ramos, S. F., Campilho, R. D. S. G., & Ferreira, L. P. (2019). Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1623–1633. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>
- ScienceDirect*. (2020). www.sciencedirect.com
- Sohn, S. Y., Yoon, K. B., & Chang, I. S. (2006). Random effects model for the reliability management of modules of a fighter aircraft. *Reliability Engineering and System Safety*, 91(4), 433–437. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2005.02.008>
- Spinelli, R., Eliasson, L., & Magagnotti, N. (2019). Determining the repair and maintenance cost of wood chippers. *Biomass and Bioenergy*, 122, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2019.01.024>
- Sundarakani, B., Ajaykumar, A., & Gunasekaran, A. (2021). Big data driven supply chain design and applications for blockchain: An action research using case study approach. *Omega (United Kingdom)*, 102. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102452>
- Vathoopan, M., Johny, M., Zoitl, A., & Knoll, A. (2018). *Modular Fault Ascription and Corrective Maintenance Using a Digital Twin*. 51(11), 1041–1046. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.470>
- Wang, H., Oguz, E., Jeong, B., & Zhou, P. (2018). Life cycle cost and environmental impact analysis of ship hull maintenance strategies for a short route hybrid ferry. *Ocean Engineering*, 161, 20–28. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.04.084>
- Wippel, M., Lucke, D., & Jooste, J. L. (2021). An Industry 4.0 Technology Implementation Model for Rolling Stock Maintenance. *Procedia CIRP*, 104, 606–611. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.102>
- Zheng, R., & Zhou, Y. (2021). Comparison of three preventive maintenance warranty policies for products deteriorating with age and a time-varying covariate. *Reliability Engineering and System Safety*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.107676>

ANEXOS

6.1 ANEXO 1

6 ANEXOS

6.1 Anexo 1

Nº	Designação
1	- Electromedicina? Colocar em "ativo" código equipa
2	- Electromedicina? Colocar em "ativo" código equipamento! > Equipamento não inventariado
3	- Electromedicina? Colocar em "ativo" código equipamento! > Equipamento sem etiqueta visível/legível
4	/mau funcionamento > Erro/alarme de funcionamento
5	1 dos candeeiros não funciona
6	A mesa de operações apresenta danos na parte de baixo, e numa das bases.
7	A recolha do monitor de bis.
8	Abate de equipamento
9	Abate de equipamento por término de aluguer
10	Acessório não trava
11	Acompanhamento ao técnico da Drager
12	Acompanhamento da técnica da Alcon na instalação da Camera.
13	Acompanhamento do Técnico da Getinge Group Portugal, Unipessoal, Lda., no processo de instalação de
14	Acompanhamento técnico
15	Acompanhamento/Reforço de Equipa (Reparação Equipamento)
16	Alguns valores encontram-se fora da tolerância $\pm 20\%$

-
-
- | | |
|----|--|
| 17 | Almofada rasgada |
| 18 | amento > Electrobisturi com Monopolar inoperativo |
| 19 | Anomalia detetada na manutenção preventiva |
| 20 | Anomalias detetadas durante a manutenção preventiva |
| 21 | Anomalias detetadas na manutenção preventiva |
| 22 | Anomalias encontradas em manutenção |
| 23 | Assistência técnica por parte da Olympus |
| 24 | Atualização de SW |
| 25 | Avaria - Candeeiro não liga |
| 26 | Avaria > Não funciona |
| 27 | Avaria no Monitor de Anestesia |
| 28 | Avaria/mau funcionamento > Avaria geral |
| 29 | Avaria/mau funcionamento > Base instável/solta |
| 30 | Avaria/mau funcionamento > Botão não funciona |
| 31 | Avaria/mau funcionamento > Braço não fixa |
| 32 | Avaria/mau funcionamento > Braço partiu |
| 33 | Avaria/mau funcionamento > Cabeceira não mexe |
| 34 | Avaria/mau funcionamento > Cabo partido |
| 35 | Avaria/mau funcionamento > Cabo trilhado |
| 36 | Avaria/mau funcionamento > Com fuga |
| 37 | Avaria/mau funcionamento > Comando não faz movimento |
| 38 | Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com Bip |
-
-

-
- | | |
|----|--|
| 39 | Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com cab |
| 40 | Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com Mon |
| 41 | Avaria/mau funcionamento > Equipamento amolgado |
| 42 | Avaria/mau funcionamento > Equipamento partido |
| 43 | Avaria/mau funcionamento > Erro/alarme de funcion |
| 44 | Avaria/mau funcionamento > Estofa rasgado |
| 45 | Avaria/mau funcionamento > Falha de sinal sonoro |
| 46 | Avaria/mau funcionamento > Faz mau contacto |
| 47 | Avaria/mau funcionamento > Faz ruido |
| 48 | Avaria/mau funcionamento > Fuga na cassette |
| 49 | Avaria/mau funcionamento > Fuga na traqueia |
| 50 | Avaria/mau funcionamento > Imagem deficiente |
| 51 | Avaria/mau funcionamento > Imagem escurecida |
| 52 | Avaria/mau funcionamento > Luz não acende |
| 53 | Avaria/mau funcionamento > Monitor com falhas |
| 54 | Avaria/mau funcionamento > Monitor não apresenta |
| 55 | Avaria/mau funcionamento > Mostrador/Ecrã com fal |
| 56 | Avaria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem ima |
| 57 | Avaria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem val |
| 58 | Avaria/mau funcionamento > Não aquece |
| 59 | Avaria/mau funcionamento > Não avalia O ₂ |
| 60 | Avaria/mau funcionamento > Não calibra fluxo |
-

-
- | | |
|----|--|
| 61 | Avaria/mau funcionamento > Não comunica |
| 62 | Avaria/mau funcionamento > Não faz movimentos |
| 63 | Avaria/mau funcionamento > Não lê temperatura cor |
| 64 | Avaria/mau funcionamento > Não lê valores |
| 65 | Avaria/mau funcionamento > Não liga |
| 66 | Avaria/mau funcionamento > Não regula |
| 67 | Avaria/mau funcionamento > Não regula caudal |
| 68 | Avaria/mau funcionamento > Não regula potência |
| 69 | Avaria/mau funcionamento > Não responde a comando |
| 70 | Avaria/mau funcionamento > Pedal não faz movimento |
| 71 | Avaria/mau funcionamento > Pedal não funciona |
| 72 | Avaria/mau funcionamento > Pega partida |
| 73 | Avaria/mau funcionamento > Perneira não mexe |
| 74 | Avaria/mau funcionamento > Pinça danificada |
| 75 | Avaria/mau funcionamento > Pouca autonomia |
| 76 | Avaria/mau funcionamento > Roda partida |
| 77 | Avaria/mau funcionamento > Roda presa |
| 78 | Avaria/mau funcionamento > Seleção de potencia in |
| 79 | Avaria/mau funcionamento > Sem controlo |
| 80 | Avaria/mau funcionamento > Tampa mal encaixada |
| 81 | Avaria/mau funcionamento > Tampa partida |
| 82 | Avaria/mau funcionamento > Tubo com fuga |
-

83	Avaria/mau funcionamento > Tubo não encaixa
84	Avaria/mau funcionamento > Tubo partido
85	Avaria/mau funcionamento > Vaporizador em anomalia
86	Avaria/mau funcionamento > Avaria geral
87	Avaria/mau funcionamento > Base instável/solta
88	Avaria/mau funcionamento > Botão não funciona
89	Avaria/mau funcionamento > Botão não regula
90	Avaria/mau funcionamento > Braço não fixa
91	Avaria/mau funcionamento > Braço partiu
92	Avaria/mau funcionamento > Cabeceira não mexe
93	Avaria/mau funcionamento > Cabo trilhado
94	Avaria/mau funcionamento > Comando não faz movimento
95	Avaria/mau funcionamento > Comando não faz movimentos
96	Avaria/mau funcionamento > Copo partido
97	Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com Bipolar inoperativo
98	Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com cabo
99	Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com cabo paciente inoperativo
100	Avaria/mau funcionamento > Electrobisturi com Monopolar inoperativo
101	Avaria/mau funcionamento > Equipamento amolgado
102	Avaria/mau funcionamento > Equipamento partido
103	Avaria/mau funcionamento > Erro/alarme de funciona
104	Avaria/mau funcionamento > Erro/alarme de funcionamento

105	Avaria/mau funcionamento > Estofo rasgado
106	Avaria/mau funcionamento > Faz ruido
107	Avaria/mau funcionamento > Fuga na cassete
108	Avaria/mau funcionamento > Fuga na traqueia
109	Avaria/mau funcionamento > Imagem deficiente
110	Avaria/mau funcionamento > Imagem escurecida
111	Avaria/mau funcionamento > Interferência no traçado
112	Avaria/mau funcionamento > Luz não acende
113	Avaria/mau funcionamento > Monitor com falhas
114	Avaria/mau funcionamento > Monitor não apresenta valores
115	Avaria/mau funcionamento > Mostrador/Ecrã com falhas
116	Avaria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem imagem
117	Avaria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem valo
118	Avaria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem valores
119	Avaria/mau funcionamento > Não aquece
120	Avaria/mau funcionamento > Não atinge temperatura correta
121	Avaria/mau funcionamento > Não avalia O2
122	Avaria/mau funcionamento > Não calibra fluxo
123	Avaria/mau funcionamento > Não comunica
124	Avaria/mau funcionamento > Não faz movimentos
125	Avaria/mau funcionamento > Não lê valores
126	Avaria/mau funcionamento > Não liga

-
- | | |
|-----|---|
| 127 | Avaria/mau funcionamento > Não regula |
| 128 | Avaria/mau funcionamento > Não regula caudal |
| 129 | Avaria/mau funcionamento > Não regula potência |
| 130 | Avaria/mau funcionamento > Não responde a comandos |
| 131 | Avaria/mau funcionamento > Pedal não faz movimentos |
| 132 | Avaria/mau funcionamento > Pedal não funciona |
| 133 | Avaria/mau funcionamento > Pega partida |
| 134 | Avaria/mau funcionamento > Perneira não mexe |
| 135 | Avaria/mau funcionamento > Pouca autonomia |
| 136 | Avaria/mau funcionamento > Roda não trava |
| 137 | Avaria/mau funcionamento > Roda partida |
| 138 | Avaria/mau funcionamento > Roda presa |
| 139 | Avaria/mau funcionamento > Sem controlo |
| 140 | Avaria/mau funcionamento > Tampa mal encaixada |
| 141 | Avaria/mau funcionamento > Tampa partida |
| 142 | Avaria/mau funcionamento > Tubo não encaixa |
| 143 | Avaria/mau funcionamento > Tubo partido |
| 144 | Avaria/mau funcionamento > Vaporizador em anomalia |
| 145 | Avárias detetadas na MP. |
| 146 | barulho fora do normal em funcionamento |
| 147 | Bateria sem autonomia |
| 148 | Baterias avariadas |
-

149	Bloqueado
150	Botão em falta/danificados
151	Cabo bipolar da Covidien avariado
152	Cabo da placa de paciente avariado
153	cabo de rede chicote RJ45 com 10 metros para entre
154	Cabo de vídeo e proteção de oculares danificadas.
155	Cabos de reserva
156	Cabos ECG e Braçadeira NIB)
157	Cadastro do equipamento.
158	Calibrar ventilador da tac
159	Câmara não passa imagem para o monitor
160	candeeiro não funciona
161	Check-up ao funcionamento do equipamento
162	Cobertura A5, Ref. 10712430
163	Comando não funciona
164	Comando não funciona.
165	Conector da mangueira de O2 apresenta fuga.
166	Consola de electro coagulação com botão on/off
167	Correção da anomalia detetada na MP
168	Correção de anomalias detetadas na MP.
169	Correção de anomalias detetadas na MP.
170	ECRÃ SEM SINAL – APITOS DE ERRO, FAZ MOVIMENTOS, ACENDE A LUZ MAS COMPUTADOR NÃO ARRANCA (URGENTE)

171	Ensaio pedal de comando Notas: O pedal do corte não está a funcionar
172	Entrada do cabo da placa do paciente danificada.
173	Envio para Medtronic, para manutenção
174	Equip. contaminado.
175	Equipamento avariado
176	Equipamento com anomalia
177	Equipamento com erro de abastecimento de Argon
178	Equipamento danificado
179	Equipamento descalibrado
180	Equipamento desliga-se abruptamente
181	Equipamento em alarme
182	Equipamento não passa nos testes com as traqueias descartáveis
183	Equipamento obsoleto
184	Equipamento veio avariado da reparação.
185	Erro da chave de rx.
186	Erro de Auto-Teste
187	Falha de funcionamento - Alarme de falha de gás fresco
188	Falha de oxigénio
189	Falha funcional
190	Falha momentânea no funcionamento
191	falha na imagem do monitor do microscópio
192	Falha no árgon.

193	Falha no ventilador
194	Ficha de alimentação danificada.
195	Fornecimento de comandos de marquesa.
196	Fuga manual espontânea
197	Fuga no ventilador a ventilar
198	ia/mau funcionamento > Comando não faz movimentos
199	ia/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem valores
200	Insuflação elevado de CO ₂ e fuga no Desflurano.
201	Intensificador de imagem não funciona
202	Intensificador em avaria
203	Luz e Eletricidade > Luz fundida/a piscar
204	Luz e Eletricidade > Interruptor solto/partido
205	Luz e Eletricidade > Luz fundida/a piscar
206	Manómetro do oxigénio com apresentava valor 0
207	Manómetros com ferrugem. Necessária substituição.
208	Manutenção preventiva
209	marquesa anda mal, quando está destravada
210	Marquesa bloqueada
211	Marquesa com oscilação anormal
212	Mau contacto do Knob
213	Mau funcionamento do travão do braço
214	Medtronic veio efetuar atualização do software

215	Microscópio Zeiss cod: K00203 não está a focar
216	Módulo de ressectoscopia não funciona adequadamente
217	MONITOR DE BIS - Equipamento Avariado N04876
218	Não emite radiação.
219	Não faz leitura de O2
220	Não passa no teste inicial tem fuga
221	Não passa teste
222	Não passava no teste de fugas
223	nao responde a comandos
224	Não trava
225	Necessária a realização da calibração do sensor de fluxo
226	Necessário substituir cabo de célula de O2.
227	NOK OT-1209729
228	o invólucro do cabo do braço encontra-se danificado
229	Pede-se uma braçadeira para o ventilador da uee
230	Pega do equipamento com sinais de corrosão
231	perneira partida
232	Porta filtro partido
233	problema ventilação manual ou espontâneo
234	problema ventilador
235	Problemas aquisição de imagem
236	Prolongador para traqueias (traqueia do balão) em falta

237	Punho partido
238	Realização de testes funcionais.
239	Reparação de electrobisturi
240	Reparação de sistema de bloqueios e acessórios. Verificação e testes funcionais.
241	Reparação do equipamento conforme relatório OT 1148452
242	Reparação EXT
243	Resolução NOK
244	ria/mau funcionamento > Mostrador/Ecrã com falhas
245	ria/mau funcionamento > Mostrador/ecrã sem imagem
246	Rodas bloqueadas
247	Rodas do equipamento não rodam.
248	Sistema de apoio braço danificado.
249	Substituição do cabo HF9450-50
250	Substituição da cacete do ventilador da sala 1 e teste
251	Substituição das almofadas
252	Substituição de baterias e lâmpadas
253	Substituição de baterias, isolamento do topo da coluna e reparação de conexão de comando. Verificação
254	Substituição de cabo danificado
255	Substituição de cabo neutro
256	Substituição de cabo Storz 26176 LA
257	substituição de lâmpada
258	Substituição de lâmpadas

259	Substituição de tampas tapa-parafusos entre leds.
260	Suporte de apoio de braço desmontado.
261	Suporte do monitor danificado
262	Tabuleiro de azul do ventilador da sala 1 está danificado.
263	teste ventiladores
264	to > Electrobisturi com cabo paciente inoperativo
265	Troca de filtro
266	Troca de transformador.
267	Validação do número de horas dos filtros
268	Validação e verificação aquecedores de cama BO
269	Valores de volume demasiado baixos?
270	varia/mau funcionamento > Não responde a comandos
271	varia/mau funcionamento > Vaporizador em anomalia
272	Verificação do cabo de navegação medtronic.
273	verificar conectores

6.2 Anexo 2

Anuais

Todos os equipamentos possuem preventivas anuais em que no geral são todas parecidas e que possuem o número 98 ou 99 e a preparação é a seguinte:

- P-JMS0471 - Acompanhamento externo
- P-JMS0470 - Relatório da intervenção
- P-JMS0472 – Detalhe da intervenção externa

Semestrais

- Candeeiro Cirúrgico:
 - Manutenção Preventiva nº135
 - P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
 - P-JMS0002 - Verificar apoios / fixação
 - P-JMS0003 - Verificar carro de transporte / travões
 - P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
 - P-JMS0005 - Verificar fusíveis
 - P-JMS0006 - Verificar conectores
 - P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
 - P-JMS0054 - Verificar bateria / carregador
 - P-JMS0115 - Verificar óticas
 - P-JMS0116 - Verificar/substituir lâmpadas
 - P-JMS0117 - Ensaio de focagem
 - P-JMS0118 - Verificar movimentos do braço
 - P-JMS0036 - Ensaio de segurança elétrica resistência de terra < 0,2 Ohm
 - P-JMS0037 - Ensaio de segurança elétrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
 - P-JMS0119 - Ensaio de luminosidade – ensaio 1
 - P-JMS0120 - Ensaio de luminosidade – ensaio 2
 - P-JMS0121 - Ensaio de luminosidade – ensaio 3

- P-JMS0122 - Ensaio de luminosidade – ensaio 4
- P-JMS0038 - Limpeza e desinfecção
- P-JMS0039 - Ajustes e afinações
- P-JMS0040 - Lubrificações
- P-JMS0041 - Substituição de material
- P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
- P-JMS0043 – Registo Equipamento de teste

- Eletrobisturi

- Manutenção Preventiva nº105

- P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
- P-JMS0002 - Verificar apoios / fixação
- P-JMS0003 - Verificar carro de transporte / travões
- P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
- P-JMS0005 - Verificar fusíveis
- P-JMS0006 - Verificar conectores
- P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
- P-JMS0009 - Verificar cabo de dispersão
- P-JMS0010 - Ensaio de continuidade do cabo de dispersão
- P-JMS0011 - Teste de sinais acústicos
- P-JMS0012 - Ensaio pedal de comando
- P-JMS0013 - Ensaio de proteções de segurança
- P-JMS0014 - Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 1
- P-JMS0015 - Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 2
- P-JMS0016 - Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 3
- P-JMS0017 - Ensaio de potência monopolar corte – ensaio 4
- P-JMS0018 - Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 1
- P-JMS0019 - Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 2
- P-JMS0020 - Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 3
- P-JMS0021 - Ensaio de potência monopolar coagulação – ensaio 4
- P-JMS0022 - Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 1

- P-JMS0023 - Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 2
- P-JMS0024 - Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 3
- P-JMS0025 - Ensaio de potência bipolar corte – ensaio 4
- P-JMS0026 - Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 1
- P-JMS0027 - Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 2
- P-JMS0028 - Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 3
- P-JMS0029 - Ensaio de potência bipolar coagulação – ensaio 4
- P-JMS0030 - Teste de isolamento terra – chassis – corte
- P-JMS0031 - Teste de isolamento terra – chassis – coagulação
- P-JMS0032 - Teste de isolamento terra – eletrodo neutro – corte
- P-JMS0033 - Teste de isolamento terra – eletrodo neutro – coag.
- P-JMS0034 - Teste de isolamento terra – eletrodo ativo – corte
- P-JMS0035 - Teste de isolamento terra – eletrodo ativo – coag.
- P-JMS0036 - Ensaio de segurança elétrica resistência de terra < 0,2 Ohm
- P-JMS0037 - Ensaio de segurança elétrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
- P-JMS0038 - Limpeza e desinfecção
- P-JMS0039 - Ajustes e afinações
- P-JMS0040 - Lubrificações
- P-JMS0041 - Substituição de material
- P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
- P-JMS0043 – Registo equipamento de teste

- Coluna Marquesa

- Manutenção preventiva nº140

- P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
- P-JMS0002 - Verificar apoios / fixação
- P-JMS0003 - Verificar carro de transporte / travões
- P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
- P-JMS0099 - Verificar disjuntor/fusíveis
- P-JMS0123 - Verificar display/indicadores luminosos

- P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
- P-JMS0124 - Verificar estanquicidade do sistema
- P-JMS0125 - Verificar/ajustar fim de curso
- P-JMS0126 - Teste de movimentos
- P-JMS0127 - Verificar circuito hidráulico
- P-JMS0128 - Verificar pressão de funcionamento
- P-JMS0053 - Teste de comandos
- P-JMS0129 - Medição de consumos
- P-JMS0130 - Verificar correia
- P-JMS0131 - Verificar/ajustar travão
- P-JMS0132 - Verificar cilindro do pneumático de elevação
- P-JMS0133 - Verificar/ajustar sistema de imobilização
- P-JMS0134 - Teste rolamento de bloqueio
- P-JMS0135 - Verificar reservatório de óleo
- P-JMS0136 - Teste de alarmes sonoro
- P-JMS0137 - Medição tensão de alimentação
- P-JMS0138 - Teste de válvula de descompressão
- P-JMS0139 - Verificar cabos e conceções
- P-JMS0140 - Verificar/ajustar zero
- P-JMS0036 - Ensaio de segurança elétrica resistência de terra < 0,2 Ohm
- P-JMS0037 - Ensaio de segurança elétrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
- P-JMS0084 - Medição da tensão da bateria
- P-JMS0141 - Verificar tempo operativo bateria
- P-JMS0038 - Limpeza e desinfeção
- P-JMS0039 - Ajustes e afinações
- P-JMS0040 - Lubrificações
- P-JMS0041 - Substituição de material
- P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
- P-JMS0043 – Registo equipamento de teste

- Microscópio Cirúrgico
 - Manutenção preventiva 205 ou 206
 - P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
 - P-JMS0251 - Verificar rodas e sistema de travão
 - P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
 - P-JMS0099 - Verificar disjuntor/fusíveis
 - P-JMS0100 - Verificar cabos/fibras
 - P-JMS0046 - Verificar conectores / adaptadores
 - P-JMS0057 - Verificar/substituir filtros
 - P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
 - P-JMS0011 - Teste de sinais acústicos
 - P-JMS0056 - Verificar alarmes visuais / acústicos
 - P-JMS0252 - Verificar fonte de luz
 - P-JMS0253 - Verificar movimentos mecânicos
 - P-JMS0254 - Verificar objetivas / oculares
 - P-JMS0255 - Ensaio de periféricos (se aplicável)
 - P-JMS0256 - Verificar térmicos / termostatos
 - P-JMS0116 - Verificar/substituir lâmpadas
 - P-JMS0257 - Ensaio do sistema de comutação de lâmpada
 - P-JMS0258 - Ensaio de luminosidade
 - P-JMS0259 - Ensaio de autocalibração
 - P-JMS0173 - Limpeza ventilador
 - P-JMS0036 - Ensaio de segurança elétrica resistência de terra < 0,2 Ohm
 - P-JMS0037 - Ensaio de segurança elétrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
 - P-JMS0126 - Teste de movimentos
 - P-JMS0260 - Teste de focos
 - P-JMS0261 - Ensaio de controle de brancos
 - P-JMS0262 - Teste de zoom
 - P-JMS0263 - Teste de luminosidade

- P-JMS0264 - Verificar tempo de funcionamento – lâmpada 1
 - P-JMS0265 - Verificar tempo de funcionamento – lâmpada 2
 - P-JMS0266 - Verificar térmico de proteção
 - P-JMS0038 - Limpeza e desinfecção
 - P-JMS0039 - Ajustes e afinações
 - P-JMS0040 - Lubrificações
 - P-JMS0041 - Substituição de material
 - P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
 - P-JMS0043 – Registo equipamento de teste
- Unidade de Aquecimento
 - Manutenção preventiva nº310
 - P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
 - P-JMS0044 - Verificar pontos de fixação
 - P-JMS0005 - Verificar fusíveis
 - P-JMS0045 - Verificar cabos
 - P-JMS0006 - Verificar conectores
 - P-JMS0053 - Teste de comandos
 - P-JMS0300 - Verificar elemento de aquecimento
 - P-JMS0054 - Verificar bateria / carregador
 - P-JMS0101 - Ensaio de autoteste
 - P-JMS0365 - Verificar colchão
 - P-JMS0036 - Ensaio de segurança elétrica resistência de terra < 0,2 Ohm
 - P-JMS0147 - Ensaio do temporizador ($\pm 10\%$)
 - P-JMS0399 - Ensaio de temperatura precisão do indicador – 36°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$)
 - P-JMS0400 - Ensaio de temperatura precisão do indicador – 39°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$)
 - P-JMS0401 - Ensaio de temperatura do controlador – 34°C ($\pm 0,3^\circ\text{C}$)
 - P-JMS0402 - Teste alarme superior de temperatura
 - P-JMS0403 - Teste alarme inferior de temperatura

- P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
- P-JMS0002 - Verificar apoios / fixação
- P-JMS0003 - Verificar carro de transporte / travões
- P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
- P-JMS0057 - Verificar/substituir filtros
- P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
- P-JMS0056 - Verificar alarmes visuais / acústicos
- P-JMS0011 - Teste de sinais acústicos
- P-JMS0256 - Verificar térmicos / termostatos
- P-JMS0173 - Limpeza ventilador
- P-JMS0404 - Verificar ventilador
- P-JMS0037 - Ensaio de segurança eléctrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
- P-JMS0302 - Ensaio de temperatura °C (±10%) valor máximo
- P-JMS0303 - Ensaio de temperatura °C (±10%) valor intermédio
- P-JMS0304 - Ensaio de temperatura °C (±10%) valor mínimo
- P-JMS0305 - Ensaio do térmico de protecção de temperatura °C (±10%)
- P-JMS0326 - Ensaio de temperatura °C (±10%)
- P-JMS0038 - Limpeza e desinfeção
- P-JMS0039 - Ajustes e afinações
- P-JMS0040 - Lubrificações
- P-JMS0041 - Substituição de material
- P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
- P-JMS0043 – Registo equipamento de teste

- Ventiladores

- Manutenção preventiva nº200

- P-JMS0001 - Inspeção visual / limpeza técnica
 - P-JMS0003 - Verificar carro de transporte / travões
 - P-JMS0004 - Verificar tomada de alimentação / cabo de alimentação
 - P-JMS0057 - Verificar/substituir filtros

- P-JMS0007 - Ensaio de controlos / teclados
- P-JMS0056 - Verificar alarmes visuais / acústicos
- P-JMS0011 - Teste de sinais acústicos
- P-JMS0148 - Verificar sensores de fluxo
- P-JMS0149 - Verificar mangueiras de gases medicinais
- P-JMS0150 - Verificar traqueias de paciente
- P-JMS0158 - Verificar válvula expiratória
- P-JMS0101 - Ensaio de auto-teste
- P-JMS0237 - Verificar contrações de ar medicinal
- P-JMS0105 - Verificar contrações de N₂O
- P-JMS0238 - Ensaio de ventilação volume
- P-JMS0239 - Verificar respiração b/min
- P-JMS0240 - Teste de peep
- P-JMS0241 - Ensaio de ventilação de volume controlado
- P-JMS0242 - Ensaio de ventilação de pressão controlada
- P-JMS0243 - Teste de gases frescos
- P-JMS0103 - Verificar contrações de O₂
- P-JMS0244 - Verificar contrações de gases anestésicos
- P-JMS0245 - Verificar alarme de volume baixo / alto
- P-JMS0246 - Ensaio de sensibilidade trigger
- P-JMS0247 - Teste alarme peep
- P-JMS0248 - Ensaio de ventilação manual
- P-JMS0249 - Ensaio de ventilação de pressão assistida
- P-JMS0102 - Calibração de sensores
- P-JMS0152 - Verificar valores de pressão
- P-JMS0153 - Verificar fugas
- P-JMS0154 - Teste de ventilação AUT + AST
- P-JMS0157 - Teste de ventilação IPPV/SIPPV
- P-JMS0159 - Verificar alarme de pressão baixa / elevada
- P-JMS0160 - Verificar alarme falha de gases medicinais

- P-JMS0250 - Verificar alarme de falha energia / bateria
- P-JMS0036 - Ensaio de segurança eléctrica resistência de terra < 0,2 Ohm
- P-JMS0037 - Ensaio de segurança eléctrica corrente fuga chassis CF < 50uA e BF < 500uA
- P-JMS0084 - Medição da tensão da bateria
- P-JMS0038 - Limpeza e desinfeção
- P-JMS0039 - Ajustes e afinações
- P-JMS0040 - Lubrificações
- P-JMS0041 - Substituição de material
- P-JMS0042 - Registo de intervenção na etiqueta
- P-JMS0043 – Registo equipamento de teste

Calibração de equipamento

- Ventiladores
 - Manutenção preventiva nº 1003-1
 - P-JMS0471 - Acompanhamento externo
 - P-JMS0780 – Certificado de calibração

Controlo de qualidade

- Intensificador de imagem
 - Manutenção preventiva nº
 - P-JMS0787 - Controlo de Qualidade de Imagem
 - P-JMS0781 – Relatório de ensaio