



Gestão da manutenção de ativos de uma unidade hoteleira

LUÍS MIGUEL GARRIDO PINHO

outubro de 2023

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ATIVOS DE UMA UNIDADE HOTELEIRA

Luís Miguel Garrido Pinho

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE ATIVOS DE UMA UNIDADE HOTELEIRA

Luís Miguel Garrido Pinho

1160932

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.

2023

Instituto Superior de Engenharia do Porto

Departamento de Engenharia Mecânica

isen

P.PORTO

AGRADECIMENTOS

Quero começar por agradecer à Engenheira Rafaela Casais, por todo o seu apoio, empenho, orientação e esforços que foram essenciais para a concretização deste trabalho.

Ao Engenheiro Pedro Sá e ao Engenheiro Luís Silva, diretores do grupo hoteleiro *Sheraton* Porto, por terem proporcionado o estágio que permitiu o desenvolvimento deste trabalho e sem esquecer de agradecer a todos os elementos que fazem parte do departamento de manutenção do *Sheraton* Porto.

Aos meus amigos por todo o apoio e incentivo demonstrados ao longo desta etapa.

A todas as pessoas que trabalham comigo na Grumonte, pelo apoio demonstrado e compreensão.

Um agradecimento muito especial à minha namorada por todo o amor, por sempre acreditar em mim e a força emocional que me transmitiu para que pudesse concretizar este trabalho.

Aos meus pais por todo o apoio incondicional e por nunca me deixar desistir ao longo desta jornada.

A todos vocês que me ajudaram ao longo do meu percurso, obrigado.

RESUMO

No decurso da história que diz respeito à evolução industrial, as empresas têm vindo a evoluir no que toca à gestão da manutenção e procuram elaborar estudos e aplicações das suas próprias logísticas, utilizando ferramentas de gestão como indicadores de desempenho (KPI), análise de criticidade de ativos e custos de manutenção, sendo estes abordados ao longo desta dissertação.

O trabalho aborda o tema de “Gestão da Manutenção de ativos de uma unidade hoteleira” e foi desenvolvido em parceria com o *Sheraton* Porto, onde é realizada uma recolha e tratamento de dados retirados do software *Infraspeak* para serem aplicados à presente investigação.

O objetivo deste estudo é a gestão dos ativos da unidade hoteleira, mais especificamente, a gestão dos equipamentos (eletrodomésticos) do departamento de *F&B*, para aferir através de uma análise comparativa entre as marcas da mesma categoria de equipamentos, quais as que seriam mais vantajosas e uma melhor aposta, com o intuito de no futuro oferecerem melhores garantias e consequentemente melhores resultados.

Por fim, para concretizar o que foi referido no parágrafo acima efetuou-se as seguintes análises: foi primeiramente efetuada uma análise da criticidade dos ativos, para averiguar quais eram os equipamentos mais críticos; em seguida, foram analisados os indicadores de desempenho dos equipamentos e identificadas as marcas que obtiveram os melhores resultados; por último, foi analisado os tipos de avarias por categorias de equipamento dos ativos estudados, tipificando as avarias mais recorrentes.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão da Manutenção; Manutenção; KPI; Equipamentos (eletrodomésticos); Departamento de *F&B*.

ABSTRACT

Throughout the history of industrial evolution, companies have evolved in terms of maintenance management and have sought to develop studies and applications of their own logistics, using management tools such as performance indicators (KPIs), asset criticality analysis and maintenance costs, which are discussed throughout this dissertation.

The work deals with the topic of "Maintenance management of hotel assets" and was developed in partnership with the Sheraton Porto, where data from the Infraspak software was collected and processed to be applied to this research.

The aim of this study is the management of the hotel unit's assets, more specifically, the management of the F&B department's equipment (household appliances), in order to assess, through a comparative analysis of the brands in the same category of equipment, which would be the most advantageous and the best bet, with the aim of offering better guarantees and consequently better results in the future.

Finally, in order to achieve what was mentioned in the paragraph above, the following analyses were carried out: first, an analysis of the criticality of the assets was carried out, to find out which equipment was most critical; then, the performance indicators of the equipment were analysed and the brands that obtained the best results were identified; finally, the types of breakdowns by equipment category of the assets studied were analysed, typifying the most recurrent breakdowns.

KEYWORDS

Maintenance Management; Maintenance; KPI; Equipment (domestic appliances); F&B Department.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....	XI
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2. OBJETIVOS	13
1.3. METODOLOGIA.....	13
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	15
1.5. LOCAL/EMPRESA DE ACOLHIMENTO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. CONCEITOS GENÉRICOS DE MANUTENÇÃO	17
2.1.1. Definição	17
2.1.2. Objetivos	18
2.1.3. Tipos de manutenção.....	19
2.1.4. Níveis de manutenção.....	20
2.2. INDICADORES DE DESEMPENHO	21
2.3. MÉTODOS DE ANÁLISE DE CRITICIDADE DE ATIVOS	23
2.3.1. Matriz ABC.....	23
2.3.2. Matriz GUT	25
2.4. CUSTOS DE MANUTENÇÃO	26
2.4.1. Custos Diretos	26
2.4.2. Custo Indiretos.....	26
2.4.3. Custos de Posse de um Equipamento (LCC).....	26
3. MÉTODOS E APLICAÇÃO	29
3.1. Enquadramento do caso de estudo prático	29
3.2. Equipamentos de <i>F&B (Food and Beverage)</i>	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Análise da criticidade dos equipamentos.....	35
4.2. Análise dos indicadores de desempenho.....	40
4.2.1. Tempo médio entre avarias – MTBF	41
4.2.2. Tempo médio de reparação - MTTR	44
4.2.3. Disponibilidade.....	48
4.2.4. Eficiência Operacional.....	51
4.3. Análise de avarias dos equipamentos de <i>F&B</i>	55
4.3.1. Manutenção corretiva.....	55
4.3.2. Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos equipamentos.....	59

5. CONCLUSÃO	65
5.1. Conclusões finais	65
5.2. Limitações e trabalhos futuros.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ciclo da metodologia <i>Action-Research</i> e diretrizes de implementação (Martins et al., 2020)	14
Figura 2: Objetivos de manutenção adaptado de (Kelly, 1989; Muchiri et al., 2010)	18
Figura 3 - Tipos de Manutenção de acordo com (NP EN 13306:2021, 2021) adaptado de (Cabral, 2006)	19
Figura 4 – <i>Classificação ABC</i> (Caixeta & Maia, 2021)	24
Figura 5 – Constituição do LCC (Monchy, 1989)	27
Figura 6 - Fluxograma da estrutura do caso prático	29
Figura 7 - Distribuição das marcas dos pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	31
Figura 8 - Distribuição das marcas do grande doméstico da zona de frios	32
Figura 9 - Distribuição das marcas do grande doméstico da zona quente	32
Figura 10 - Distribuição das marcas das máquinas de lavar	33
Figura 11- Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	36
Figura 12 - Distribuição da criticidade da marca Sammic dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	37
Figura 13-Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Grandes domésticos da zona de frios	37
Figura 14 - Distribuição da criticidade da marca Sammic dos Grandes domésticos da zona de frios	38
Figura 15 - Distribuição da criticidade da marca Kenwood dos Grandes domésticos da zona de frios	38
Figura 16 - Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Grandes domésticos da zona quente	39
Figura 17 - Distribuição da criticidade da marca Zanussi das máquinas de lavar	40
Figura 18 - Distribuição da criticidade da marca Sammic das máquinas de lavar	40
Figura 19 - MTBF dos equipamentos	41
Figura 20 - MTBF por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	42
Figura 21 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona de frios	42
Figura 22 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona quente	43
Figura 23 – MTBF por marca das máquinas de lavar	44
Figura 24 - MTTR dos equipamentos	45
Figura 25 - MTTR por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	45
Figura 26 - MTTR por marca dos Grandes domésticos da zona de frios	46
Figura 27 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona quente	47
Figura 28 – MTTR por marca das máquinas de lavar	47
Figura 29 - Disponibilidade dos equipamentos	48
Figura 30 - Disponibilidade por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	49
Figura 31 - Disponibilidade por marca dos Grandes domésticos da zona de frios	49
Figura 32 - Disponibilidade por marca dos Grandes domésticos da zona quente	50
Figura 33 – Disponibilidade por marca das máquinas de lavar	51
Figura 34 - Eficiência operacional dos equipamentos	52
Figura 35 - Eficiência operacional por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha) ...	53

Figura 36 - Eficiência operacional por marca dos Grandes domésticos da zona de frios	53
Figura 37 - Eficiência operacional por marca dos Grandes domésticos da zona quente.....	54
Figura 38 – Eficiência operacional por marca das máquinas de lavar	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Apresentação da empresa.....	15
Tabela 2 - Definição de manutenção	17
Tabela 3- Definição dos tipos de manutenção	19
Tabela 4- Níveis de manutenção	21
Tabela 5- Indicadores de desempenho da manutenção.....	22
Tabela 6 - Casos de estudo de indicadores de desempenho	22
Tabela 7 -Principais critérios de análise de riscos.....	24
Tabela 8 – Critérios da metodologia GUT (Batista Da Silva & Ferreira, 2018)	25
Tabela 9 - Casos práticos referentes à gestão de custos de manutenção	27
Tabela 10 - Equipamentos do departamento F&B.....	31
Tabela 11 - Criticidade dos equipamentos F&B	36
Tabela 12- Quantidade de pequenos domésticos por marca	55
Tabela 13 - Intervenções corretivas nos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	56
Tabela 14- Quantidade de grande doméstico da zona de frio por marca	56
Tabela 15 - Intervenções corretivas nos Grandes domésticos da zona de frios	57
Tabela 16 - Quantidade de grande doméstico da zona quente por marca	57
Tabela 17 - Intervenções corretivas nos Grandes domésticos da zona quente	58
Tabela 18 - Quantidade de máquinas de lavar por marca	58
Tabela 19 - Intervenções corretivas nas máquinas de lavar	59
Tabela 20 - Tipo de avarias nos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha).....	59
Tabela 21 - Tipo de avarias nos Grandes domésticos da zona de frios.....	60
Tabela 22- Tipo de avarias nos Grandes domésticos da zona quente	62
Tabela 23- Tipo de avarias nas máquinas de lavar.....	63
Tabela 24 - Resultados obtidos dos objetivos traçados inicialmente	65
Tabela 25 - Conclusões por categoria de equipamento.....	66

LISTAS DE SIGLAS E SÍMBOLOS

Lista de Siglas

5S	<i>Sorting, Simplifying, Sweeping, Standardizing, Self-discipline</i>
AR	<i>Action-Research</i>
IID	Independente e identicamente distribuído
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
KPI	<i>Key Performance Indicator</i>
K-S	<i>Kolmogorov-Smirnov</i>
LCC	<i>Life Cycle Cost</i>
ME1	Conjunto de pá
ME2	<i>Dumper</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NSGAI	<i>Non-dominated Sorting Genetic Algorithm</i>
OEE	<i>Overall equipment effectiveness</i>
RAM	<i>Reliability, Availability, and Maintainability</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
F&B	<i>Food and Beverage</i>

Lista de Símbolos

λ	Taxa de falha	Avarias/hora
€	Euros	-

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Este projeto de investigação foi realizado no âmbito da unidade curricular de Metodologia de Investigação e Planeamento, do Mestrado em Engenharia Mecânica, especialização de Gestão Industrial, do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), foi efetuado um estudo sobre a “Gestão da Manutenção de ativos de uma unidade hoteleira”.

De forma a enquadrar e apresentar o trabalho desenvolvido, dividiu-se o primeiro capítulo em quatro tópicos. Inicialmente são apresentados os objetivos do trabalho e a metodologia adotada. Seguidamente é apresentada a estrutura do relatório, terminando com o local de realização do trabalho.

1.2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é a gestão de manutenção de ativos de uma unidade hoteleira, efetuando o cálculo do custo de posse de um equipamento (LCC) da unidade hoteleira *Sheraton* Porto.

Perante isto, para que o objetivo se concretize devem ser cumpridas outras etapas intermédias ao longo do desenvolvimento do trabalho, entre os quais:

- Analisar os indicadores de manutenção (KPI), tais como o tempo médio entre avarias (MTBF), o tempo médio das reparações (MTTR), a Disponibilidade e a Eficiência Operacional dos equipamentos, em função da fase do ciclo de vida em que se encontram;
- Quantificar o número médio de avarias dos equipamentos, para verificar a necessidade de haver mais ou menos intervenções de manutenção;
- Verificar a relação entre o tempo de vida dos equipamentos e a sua taxa de utilização;
- Constatar o papel das intervenções de manutenção preventiva na duração média de vida dos equipamentos;
- Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos equipamentos para diferentes marcas.

1.3. METODOLOGIA

Procurando atingir os objetivos propostos no ponto anterior, este estudo apresenta a metodologia *Action-Research* (AR). Para a aplicação desta metodologia é efetuado inicialmente uma análise sequencial de eventos e abordagens por resolução de problemas que se traduzem em investigação efetiva em ação, como contraste a uma investigação sobre a ação.

A estratégia apresentada por esta metodologia aplica o conhecimento em ação através da teoria construção e testes em ação. A parte da ação nesta metodologia implica e melhora (mudança direta), para eliminar o desperdício e melhorar para um processo mais eficiente.

A abordagem requer cooperação entre os investigadores e as equipas de trabalho envolvidas, ou seja, um trunfo significativo considerando as aplicações reais das soluções propostas por esta investigação.

O primeiro requisito fundamental da investigação de ação é uma relação simbiótica entre o interveniente, o investigador e a organização. Assim sendo a investigação é composta por cinco etapas:

- **Na primeira fase**, recolha e análise de dados para o diagnóstico dos problemas. Nesta fase, o investigador compreenderá a dinâmica logística do armazém e identificar os potenciais problemas e métodos para resolver os mesmos. A investigação e os dados recolhidos são utilizados para gerar mais conhecimentos sobre a natureza do problema, suas causas, e impacto. A aplicação sobre uma gama de técnicas pode também alargar o conjunto de técnicas disponíveis para oferecer mais opções de ação.
- **Na segunda fase**, temos o planeamento de ações e definição das ações corretivas por determinar o que precisa de mudar e como, considerando os recursos disponíveis. A isto segue-se um plano e intervenção estruturada, com procedimentos claramente definidos.
- **Na terceira fase**, implementação das ações que são executadas com base nos planos feitos na fase anterior, considerando todos os membros chave da organização envolvida e restrições.
- **Na quarta fase**, após a implementação é necessário avaliar o resultado da ação para compreender o positivo e o impacto negativo das mudanças, para que o próximo ciclo possa beneficiar da experiência do ciclo completo. Esta etapa é a chave da aprendizagem de melhoria.
- **Na quinta fase**, é a monitorização e a padronização da melhoria alcançada. A monitorização é um método passo a passo que ocorre em todas as fases da AR e é essencial para alcançar a melhoria contínua (Martins et al., 2020).

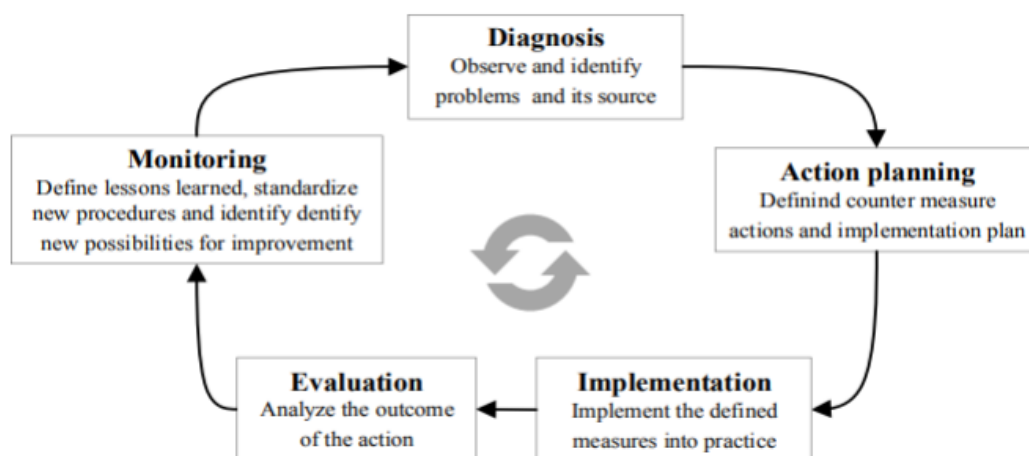


Figura 1- Ciclo da metodologia *Action-Research* e diretrizes de implementação (Martins et al., 2020)

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para apresentar esta dissertação, a estrutura segue uma divisão de cinco capítulos principais, em que alguns destes têm subcapítulos.

No primeiro capítulo, que é onde nos encontramos, é realizada uma introdução ao tema da dissertação, dando a conhecer a razão da elaboração da mesma, os objetivos, a metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho, a sua estrutura e uma breve apresentação da empresa de acolhimento.

O segundo capítulo é referente à revisão bibliográfica, ou seja, onde está presente toda a fundamentação teórica de vários temas e onde são abordados os seguintes: conceitos genéricos de manutenção que inclui a definição do conceito, objetivos, tipos e níveis de manutenção; indicadores de desempenho; métodos de análise de criticidade de ativos, matriz ABC e matriz GUT; e por fim abordou-se os custos de manutenção, custos diretos, custos indiretos e custos de posse de um equipamento (LCC).

No terceiro capítulo, é efetuado o desenvolvimento do estudo prático, onde inicialmente é feito um enquadramento do caso de estudo prático e é apresentado os equipamentos (eletrodomésticos) do departamento de *F&B (Food and Beverage)* sobre os quais vamos estudar.

Posteriormente o quarto capítulo, foram analisados todos os parâmetros essenciais para o estudo dos equipamentos pela seguinte ordem: primeiramente foi analisado a criticidade das diferentes categorias dos equipamentos, de seguida foi analisado os indicadores de desempenho (MTBF, MTRR, Disponibilidade e Eficiência Operacional) e por último são analisadas e tipificadas as avarias mais comuns destes equipamentos.

No quinto capítulo, é feita a conclusão do trabalho de dissertação, onde se efetua um balanço do que foi feito, do que ficou por realizar e as perspetivas para o futuro. Para terminar, temos as referências bibliográficas que foram utilizadas durante o desenvolvimento da dissertação.

1.5. LOCAL/EMPRESA DE ACOLHIMENTO

O caso de estudo prático foi realizado entre 1 de março de 2023 até 31 de agosto de 2023 na unidade hoteleira *Sheraton* Porto. A Tabela 1 apresenta o portfólio do grupo onde está inserida a unidade hoteleira.

Tabela 1 - Apresentação da empresa

Nome da Empresa:	<i>Sheraton</i> Porto
Sede:	Rua Tenente Valadim 146, 4100-476 Porto
Setor:	Hoteleiro
Missão:	Oferecer ao cliente uma experiência de conexão com a cidade do Porto, com requinte e autenticidade.
Grupo:	<i>Marriott International</i>
Portfólio:	O grupo possui 30 marcas e mais de 8.000 hotéis em 139 países e territórios oferecem às pessoas mais formas de se conectar, viver e ampliar seus horizontes.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONCEITOS GENÉRICOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção está a tornar-se cada vez mais importante devido aos novos paradigmas de produção como o *Lean Manufacturing*, tendo um grande impacto na qualidade e produtividade do produto e, portanto, nos custos de produção e na satisfação do cliente. (Oliveira et al., 2016).

Fruto da importância da manutenção, até aos dias de hoje ela tem sofrido uma evolução constante e uma das provas disso é a constante mudança que o conceito de manutenção tem vindo a sofrer de forma consecutiva, como por exemplo o surgimento do conceito mais atual de Manutenção 5.0. A Manutenção 5.0 caracteriza-se por seguir uma abordagem centrada no ser humano, em harmonia com o software e o hardware. É cada vez mais personalizável para cada instalação e equipamento, mais segura e mais intuitiva para os técnicos e menos perturbadora das operações normais. (Team, 2022)

Mas nem sempre a importância da manutenção é levada em consideração nas estratégias organizacionais, devido aos custos inerentes à função. Quando analisados os custos envolvidos, as empresas optam por atribuir à manutenção um papel secundário ou consideram-na como um mal necessário. (Mendes et al., n.d.)

A Norma (NP EN 13306:2021, 2021), diz que a manutenção é o conjunto de diversas ações, técnicas, administrativas e de gestão, em que durante o ciclo de vida de um equipamento existe o objetivo de manter, ou restaurar, num estado em qual este seja capaz de cumprir a função desejada.

2.1.1. Definição

Para o estudo da manutenção, inicia-se com a definição de manutenção que pode ter vários significados, tal como se apresenta na Tabela 2:

Tabela 2 - Definição de manutenção

Autor	Definição
(Moubray, 1997)	A manutenção tem como objetivo garantir que os equipamentos continuam a realizar a tarefa que os utilizadores desejam que eles realizem.
(Smith & Hinchcliffe, 2004)	A manutenção preserva as capacidades funcionais do equipamento em operação.
(Kobbacy & Murthy, 2008)	A manutenção é um conjunto de atividades necessárias para manter os ativos na condição operacional desejada, ou para restaurá-los até essa condição.
(Souza et al., 2012)	O artigo apresenta a definição de Pintelon e VanPuyvelde: "Função manutenção é definida como uma combinação de todas as atividades técnicas e administrativas necessárias para manter equipamentos, instalações físicas e outros conjuntos na condição operacional desejada ou restaurá-los a essa condição".

2.1.2. Objetivos

Kelly (1989) afirma que o objetivo da manutenção é alcançar o nível de produção e o padrão de funcionamento acordados ao custo mínimo de recursos dentro das limitações do estado e da segurança do sistema (Muchiri et al., 2010). O rendimento de produção desejado é alcançado através de uma elevada disponibilidade, que é influenciada pela fiabilidade do equipamento e manutenção. A manutenção é também parcialmente responsável pela segurança técnica do sistema e assegurar que as instalações são mantidas em bom estado e com uma imagem aceitável (Visser & Pretorius, 2003, Muchiri et al., 2010).

Podemos resumir os objetivos de manutenção sob as seguintes categorias conforme se pode visualizar na Figura 2:

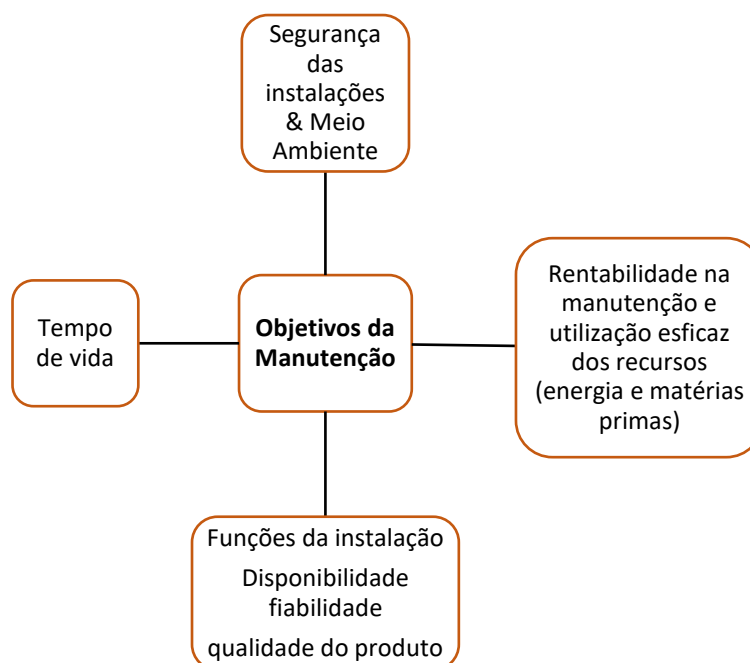


Figura 2: Objetivos de manutenção adaptado de (Kelly, 1989; Muchiri et al., 2010)

Para o equipamento de produção, assegurar o funcionamento do sistema é o principal objetivo de manutenção. A manutenção tem de proporcionar a fiabilidade, disponibilidade, eficiência e capacidade necessárias do sistema de produção. Assegurar a vida útil do sistema, resume-se a manter o equipamento em boas condições para alcançar ou prolongar a sua vida útil de conceção.

A segurança das instalações é muito importante, no caso de falhas sujeitam-se a consequências catastróficas e por isso é necessário assegurar a proteção de todos os membros envolvidos, assim como do equipamento para uma utilização segura. O custo da manutenção tem de ser minimizado, mas mantendo os riscos dentro de limites estritos e cumprindo requisitos legais.

Finalmente, a manutenção tem um papel de assegurar o cumprimento de outros fatores vegetais como a utilização eficaz da energia, materiais e recursos de manutenção.(Muchiri et al., 2010).

2.1.3. Tipos de manutenção

Na literatura encontram-se várias classificações da manutenção, conseqüentemente existem discordâncias entre os autores, sobretudo na divisão dos diferentes tipos de manutenção.

No presente trabalho, tal como podemos visualizar na Figura 3, encontra-se representado a divisão segundo a norma (NP EN 13306:2021, 2021) e (Márquez, 2007), onde existem dois tipos de manutenção: a manutenção preventiva e corretiva, e ainda uma adaptação de (Cabral, 2006), onde introduz a manutenção de melhoria.

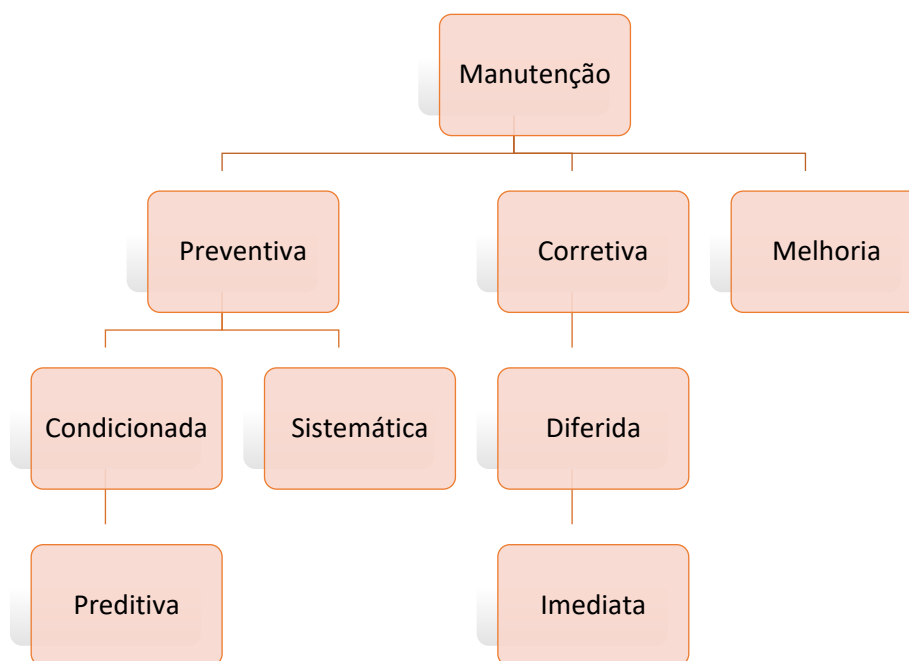


Figura 3 - Tipos de Manutenção de acordo com (NP EN 13306:2021, 2021) adaptado de (Cabral, 2006)

Posto isto, a Tabela 3, apresenta as definições dos tipos de manutenção acima referidos, tendo por base o ponto de vista de diferentes autores.

Tabela 3- Definição dos tipos de manutenção

Tipos de manutenção	Definição
Corretiva	É definida como um conjunto de procedimentos que são executados com a finalidade de atender imediatamente a produção, a máquina ou o equipamento que parou. (Paulo Samuel de Almeida, 2014)
Corretiva diferida	É descrita por ser uma manutenção corretiva que não é imediata e é realizada após a deteção de uma falha, no entanto é "atrasada de acordo com as regras de manutenção fornecidas". (Márquez, 2007)
Corretiva imediata	Caracterizada por ser uma manutenção efetuada imediatamente, depois de uma falha ter sido identificada para evitar consequências inaceitáveis. (Márquez, 2007)

Tabela 3 - Definição dos tipos de manutenção (cont.)

Preventiva	Designa-se por ser uma estratégia de manutenção do equipamento baseada na inspeção, substituição de componentes e revisão, normalmente peças de desgaste dentro de um intervalo de tempo fixo, independentemente do seu estado de conservação aquando da manutenção.(Gulati, 2012)
Preventiva condicionada	Segundo a norma (NP EN 13306:2021, 2021), é descrita como uma manutenção que se concentra no estado atual do equipamento e que inclui a avaliação das condições físicas e análise das intervenções de manutenção subsequentes. É uma manutenção baseada na monitorização, em intervalos de tempo predefinidos, do desempenho e dos parâmetros e nas ações subsequentes. É também incluída neste tipo de manutenção a manutenção preditiva. (Márquez, 2007)
Preventiva sistemática	Este tipo de manutenção age por meio de atividades de periodicidade fixa, segundo o autor Sousa et al. (2013) estas atividades são divididas em cinco partes: A primeira divisão são as inspeções nos equipamentos, com o objetivo de identificar defeitos e falhas, de modo a manter as condições operacionais dos equipamentos; A segunda divisão é a lubrificação dos equipamentos e componentes, seguindo um plano elaborado com base em experiências acumuladas e conceitos de lubrificação, de forma a prevenir o desgaste e corrosão de componentes; A terceira divisão são as atividades de calibração, verificações, regulagens e ajustes dos instrumentos de processo, realizadas periodicamente; A quarta divisão é a limpeza, de forma a manter o local limpo e assim facilitar a deteção de possíveis deficiências do equipamento e necessidades de melhoria; E por último e quinta divisão, existe a troca periódica dos componentes, com base em dados técnicos e estatísticos, com o intuito de determinar quando há necessidade de manutenção de uma peça específica, a fim de reduzir as atividades de emergência, aumentar a disponibilidade dos equipamentos e a sua fiabilidade.
Preventiva preditiva	Consiste na avaliação das condições de funcionamento da máquina ou do equipamento, bem como das suas peças, para aproveitamento eficiente da vida útil e planeamento das intervenções de manutenção Almeida, 2014).
Melhoria	Caracteriza-se por ser aplicada quando existe dificuldade em realizar avaliação e inspeção do equipamento, resultado de o tempo médio entre falhas ser pequeno. (Pinto & Xavier,2009); (Gomes et al., 2019).

2.1.4. Níveis de manutenção

Os níveis de manutenção são classificados não apenas pelas tarefas que desempenham, mas tendo em conta a complexidade das suas ações de manutenção a realizar nos equipamentos.

De acordo com a norma da (AFNOR FD X60-000, 2003), a manutenção divide-se em cinco níveis, que se encontram apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Níveis de manutenção

Níveis de manutenção	Descrição	Executante
Nível I	Ações simples previstas pelo construtor, sem necessidade de desmontagem do equipamento, ou substituição de elementos acessíveis de forma segura.	Operador
Nível II	Ações que requerem procedimentos simples e/ou ferramentas auxiliares, associadas a manutenção preventiva sistemática.	Operador ou técnico qualificado
Tabela 4 - Níveis de manutenção (cont.)		
Nível III	Operações que requerem procedimentos complexos e/ou equipamentos de suporte portáteis, que requerem uma operação complexa, previstos nas instruções da manutenção, geralmente associada ao diagnóstico de falha e manutenção preventiva complexa.	Técnico qualificado
Nível IV	Operações que exigem o domínio de técnicas ou tecnologias especializadas. Manutenção corretiva e preventiva.	Técnico especializado
Nível V	Operações que exigem um nível de conhecimento específico do equipamento, utilizando técnicas ou tecnologias específicas, processos e/ou equipamentos de suporte industrial.	Técnico especializado ou fabricante

2.2. INDICADORES DE DESEMPENHO

A Indústria moderna está a tornar-se cada vez mais competitiva e a fim de atender as rápidas mudanças e às diversas exigências dos clientes, as empresas têm de atingir e manter alta produtividade e qualidade, com resposta rápida, flexibilidade suficiente e prazos de entrega curtos. Portanto a indústria incorporou vários sistemas de medição para avaliar o desempenho, que consiste num conjunto de metas e cada uma delas é suportada por um conjunto de indicadores detalhados que contribuem para o cumprimento das metas estratégicas. Tais indicadores são referidos como indicadores-chave de desempenho (KPI) (Kang et al., 2016).

Os indicadores de desempenho (*Key Performance Indicator* - KPI), definem-se em um conjunto de informações que buscam medir e melhorar os processos, com o intuito de aumentar a eficiência e a produtividade de uma empresa (Alves et al., 2019). Os KPI são utilizados para acompanhar o desempenho em várias áreas ao longo do tempo e indicam quando uma organização está a operar dentro ou fora de níveis aceitáveis. Também permitem impulsionar o crescimento da fiabilidade e guiam as decisões das organizações para melhorar a eficácia e eficiência da manutenção (Technology, 2020).

Posto isto, os principais indicadores de desempenho na manutenção são tempo médio entre falhas (MTBF), tempo médio de reparação (MTTR) e a eficiência global do equipamento (OEE) (Ferreira et al., 2019). Na tabela abaixo encontra-se um resumo dos principais indicadores referidos, indicando qual a equação de cálculo e a definição tendo em conta os autores (Kang et al., 2016; Pinto et al., 2019).

Tabela 5- Indicadores de desempenho da manutenção

KPI	Definição	Fórmula
Qualidade	Reflete as perdas associadas a defeitos.	$\frac{\text{Total de Peças Executadas} - \text{Total de Peças Defeituosas}}{\text{Total de Peças Executadas}}$
MTBF	Representa o tempo médio decorrido entre falhas, que avalia a fiabilidade do equipamento.	$\frac{\text{Tempo Total Disponível} - \text{Tempo Total Perdido}}{\text{Número de Paragens}}$
MTTR	Corresponde ao cálculo do tempo médio necessário para a reparação de um equipamento.	$\frac{\text{Tempo Total de Manutenção}}{\text{Número de Reparações}}$
Desempenho	Diz respeito às perdas associadas à diminuição de velocidade.	$\frac{\text{Tempo de Ciclo} \times \text{Total de Peças Executadas}}{\text{Tempo de operação}}$
OEE	Mede o desempenho de um processo de acordo com a sua capacidade.	$OEE = \text{Disponibilidade} \times \text{Desempenho} \times \text{Qualidade}$
Fiabilidade	Medida pela MTBF, é a probabilidade de que um equipamento possa estar disponível para ser utilizado em um certo período de tempo.	$R(t) = e^{\int_0^t \lambda(t)dt} = e^{-\lambda \times t}$
Disponibilidade	Probabilidade de num determinado um ativo se encontrar em condições de cumprir o seu funcionamento.	$\frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$

Os indicadores de desempenho têm uma vasta área de aplicações e para compreender melhor a sua importância para a manutenção, elaborou-se na tabela abaixo uma síntese de artigos científicos que demonstra o sucesso da sua implantação na indústria.

Tabela 6 - Casos de estudo de indicadores de desempenho

Autor	Descrição do trabalho
(Shohet, 2006)	O trabalho foi desenvolvido e implementado na manutenção e gestão das instalações hospitalares públicas de cuidados intensivos em Israel, com o objetivo de desenvolver indicadores de desempenho para a gestão das instalações com o intuito de proporcionar uma abordagem conclusiva para as condições de vida útil da instalação. Os parâmetros foram desenvolvidos por meio de estudos de campo e análises estatísticas, e foram validados por meio de estudos de caso. A investigação resultou numa série de 11 KPI para a gestão de instalações de saúde, que podem ser classificadas em quatro categorias: desenvolvimento, organização e gestão, desempenho, e parâmetros de eficiência de manutenção. O estudo propõe coeficientes de idade e de ocupação como parâmetros essenciais para a avaliação das grandes necessidades das instalações de saúde, como uma medida eficaz para o planeamento da manutenção das instalações a longo prazo, e para medir a eficácia da gestão de instalações. O estudo sublinha que a gestão estratégica das instalações de saúde deve integrar o desempenho quantitativo, a mão-de-obra e os indicadores de manutenção.

Tabela 6 - Casos de estudo de indicadores de desempenho (cont.)

(Muchiri et al., 2011)	O trabalho realizado numa empresa na Bélgica, tem como objetivo demonstrar que os indicadores de desempenho não são definidos isoladamente, mas devem ser o resultado de uma análise cuidadosa da interação da função de manutenção com outras funções organizacionais. O artigo propõe uma estrutura conceptual que permite a seleção dos indicadores de desempenho mais adequados e que permitam alinhar os objetivos das diversas funções da organização.
(Ferreira et al., 2019)	Desenvolveu-se numa fábrica de laticínios, localizada na Irlanda, um estudo sobre a utilização dos KPI e a sua avaliação no trabalho desempenhado na área da manutenção. A aplicação do indicador de desempenho consistiu em duas fases: numa primeira fase procurou-se saber quais eram os componentes em maior risco de obsolescência, enquanto a segunda fase avalia as repercussões para mitigar a sua obsolescência.
(Pinto et al., 2019)	O trabalho apresenta um caso de estudo realizado numa empresa da indústria automóvel onde foi implementado indicadores de desempenho KPI (MTTR, MTBF e OEE), com o objetivo de cumprir a norma IATF 16949:2016. As metodologias adotadas foram o SMED e os 5S, conseguindo uma melhoria na redução do tempo de <i>setup</i> e uma melhor gestão no atendimento de avarias e pequenos problemas na produção. Tudo isto, permitiu que os objetivos fossem cumpridos e que se diminuísse o tempo de <i>setup</i> para 11%, melhorando também o OEE para 90%.
(Kumar et al., 2021)	O trabalho tem como objetivo a produção de pás e <i>dumpers</i> de máxima fiabilidade e disponibilidade. Para isso analisou-se os dados de falha e reparação de um conjunto de pá (ME1) e <i>dumper</i> (ME2) através de uma análise gráfica e estatística para avaliar a RAM. Para validar o IID do seu MTBF e MTTR foram realizados testes de tendência e testes de correlação em série. Com recurso à estatística, é selecionada a distribuição Weibull, pois utilizando os testes K-S (Kolmogorov-Smirnov) é a distribuição que mais se adequa. Posto isto, observou-se que para MTBF em particular a fiabilidade de ME1 e de ME2 era 0,348 e 0,292, respetivamente. Recorrendo à manutenção preventiva, a fiabilidade pode ser obtida por 70% e 80% para intervalos de tempo diferentes.

2.3. MÉTODOS DE ANÁLISE DE CRITICIDADE DE ATIVOS

2.3.1. Matriz ABC

Na indústria o método tradicional de classificação utilizada é a matriz ABC, que apoia a gestão de inventário de peças. (Gong et al., 2022)

O critério de criticidade dos ativos ABC é classificado de acordo com a gravidade da ocorrência de falhas e consequentemente são considerados seis critérios:

- Segurança;
- Qualidade do produto;
- Impacto na produção;
- MTBF (*Mean Time Between Failure*) ou intervalo entre falhas que expõe a fiabilidade do ativo;
- MTTR (*Mean time to Repair*), que avalia o tempo médio de reparação.

Para a utilização da classificação ABC é utilizado um fluxograma (Figura 4) do tipo decisório.

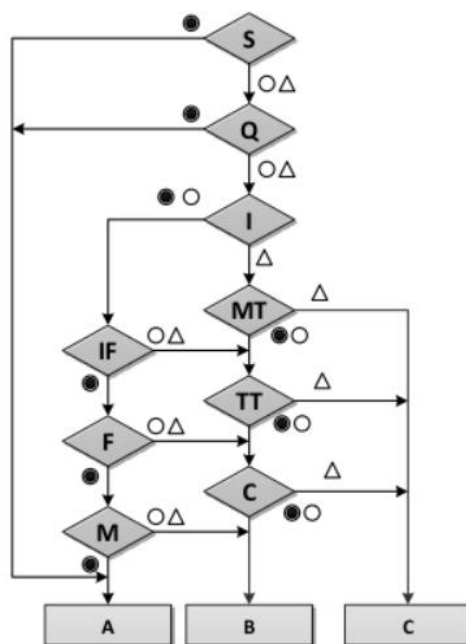


Figura 4 – Classificação ABC (Caixeta & Maia, 2021)

A utilização deste fluxograma é feita com uma base de critérios de criticidade, que nos permite classificar cada ativo que a organização possui, tal como podemos visualizar na Tabela 7 abaixo, que exemplifica a escolha desses critérios (Caixeta & Maia, 2021):

Tabela 7 -Principais critérios de análise de riscos

Siglas	Descrição	Classes		
		●	○	Δ
		Alta (A)	Média (B)	Baixa(C)
S	Risco à segurança	Alto Risco	Risco médio ou baixo	Risco descartado
Q	Impacto na qualidade do produto	Reclamação externa	Apenas perda interna	Sem perdas
I	Indisponibilidade da produção	Tempo sem produção > 3h	Tempo sem produção ≥ 1h e ≤ 3h	Tempo sem produção ≤ 1h
MT	MTBF	Maior que 1 falha a cada 2 meses	1 falha entre 2 e 6 meses	Menor que 1 falha a cada 6 meses
TT	MTTR	TMPR < 2H	0,5 < TMPR < 2h	TMPR < 0,5H
C	Custo de manutenção	Maior que 540 €	Entre 180€ e 540€	Menor que 180€

Após a análise, define-se o nível de criticidade de um ativo e a orientação da manutenção a cada equipamento com base na sua classificação:

- **Classe A:** Criticidade alta, quando apresentam alto risco à segurança dos colaboradores, impacto direto sobre a qualidade do produto, elevado custo de manutenção e a sua paragem causa indisponibilidade do processo.
- **Classe B:** Criticidade média são aqueles que apresentam médio risco à saúde dos colaboradores, impactam apenas internamente na qualidade do produto e paragem indisponibiliza o processo apenas parcialmente.
- **Classe C:** Criticidade baixa são aqueles que não apresentam risco à saúde dos colaboradores, não impactam na produtividade do produto e as paragens não impactam no processo produtivo.

2.3.2. Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta bastante usada pelas empresas de forma a avaliar a prioridade dos problemas que devem ser resolvidos pela gestão e analisar a prioridade que certas atividades devem ser realizadas e desenvolvidas. A sigla GUT é para resumir as palavras Gravidade, Urgência e Tendência (Batista Da Silva & Ferreira, 2018).

No que diz respeito a estes três aspetos na classificação de problemas:

- **Gravidade:** Analisa, quantitativa e qualitativamente, a intensidade ou impacto que o obstáculo pode causar se não for resolvido.
- **Urgência:** A quantidade de tempo que se tem ou que se necessita para a resolução da tarefa.
- **Tendência:** Refere-se à possibilidade de aumento do problema, representando o crescimento do problema em causa com o decorrer do tempo.

Os seguintes fatores estão pontuados de um a cinco, como é possível verificar na tabela 7:

Tabela 8 – Critérios da metodologia GUT (Batista Da Silva & Ferreira, 2018)

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Depois da atribuição das pontuações para cada um dos três critérios, basta efetuar o produto entre as notas atribuídas da seguinte forma: $(G) \times (U) \times (T)$. Após o resultado dessa multiplicação irá ser visível qual é o ativo que necessita de ser resolvido com mais urgência. (Batista Da Silva & Ferreira, 2018)

2.4. CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Os custos de manutenção são apenas a ponta de um *iceberg*, ou seja, essa ponta visível corresponde aos custos de mão de obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipa de manutenção. Se tivermos o iceberg como referência, abaixo deste encontra-se os maiores custos, invisíveis, que resultam da indisponibilidade do equipamento. (Roberto & Lima, 2014)

Segundo (Monchy, 1989), os custos de manutenção podem-se classificados em:

- Custos diretos de manutenção;
- Custos indiretos de manutenção;
- Custos de posse de um equipamento (LCC).

2.4.1. Custos Diretos

São os custos incorridos para garantir o total funcionamento dos equipamentos e máquinas da produção, como custo de inspeções regulares e eventuais manutenções sistemáticas, custos de reparações das avarias, e custos de ajustes das máquinas (Vicente et al., 2021).

2.4.2. Custo Indiretos

Os custos indiretos são os custos com relação à estrutura de gestão e de apoio administrativo (Vicente et al., 2021).

Estes custos não podem ser resultado da necessidade de produção ou da própria execução dos serviços. Fazem parte os custos de planos de melhoria, materiais e produtos alusivos ao serviço de manutenção (Freitas & Filho, 2005).

2.4.3. Custos de Posse de um Equipamento (LCC)

O conceito de LCC (Custo de ciclo de vida e tempo de vida útil), pode ser definido como um método de calcular o custo total da propriedade de determinado ativo durante o seu tempo de vida útil. A técnica do LCC é utilizada quando existir uma decisão sobre compra de um ativo que exigirá substanciais custos de operação e manutenção durante a sua vida útil (Yoshitake, 1995).

O ciclo de vida de um equipamento é composto por dois custos: o custo de propriedade e o custo de operação. O custo de propriedade é igual, por sua vez, à soma dos seguintes custos, originados respetivamente no início, decurso e fim do ciclo:

- Custos de aquisição e instalação;
- Custo de manutenção;
- Custo de desativação e eliminação (Monchy, 1989).

Como exemplo, na Figura 5 seguinte temos caracterizado o custo de posse de um equipamento, determinando a respetiva zona de rendibilidade:

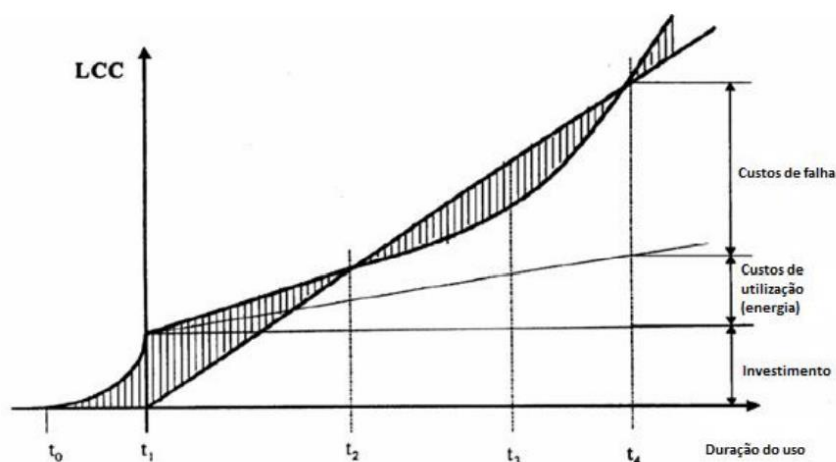


Figura 5 – Constituição do LCC (Monchy, 1989)

Na Figura 5 temos ainda t_0 que corresponde à decisão de compra, t_1 à colocação em operação, t_2 ao final de amortização, t_3 à rendibilidade máxima, t_4 à paragem da manutenção e (t_2, t_4) ao período de rendibilidade do equipamento. Na tabela 9 podemos ver alguns exemplos de casos práticos referentes aos custos de manutenção.

Tabela 9 - Casos práticos referentes à gestão de custos de manutenção

Autor	Caso Prático
(Johansson & Nilsson, 2004)	Efetuiu-se uma análise económica dos custos de manutenção das vias ferroviárias em relação à informação sobre instalações fixas, comprimento da via e utilização. Esta análise foi realizada com base em dados recolhidos da Suécia e da Finlândia para os anos de 1994-1995 e 1997-1999. Para se obter uma perspetiva sobre a lógica dos gastos com a manutenção da via, a análise baseou-se em poucos pressupostos a priori sobre as estruturas subjacentes. É fornecido indicações de economias de escala na manutenção da via no que respeita à carga de tráfego e é calculado um valor derivado relevante em termos de política, ou seja, o custo marginal da utilização da via. Em suma, permitiu aferir qual dos dois países os custos marginais das vias são mais elevados, pois eles diferem na medida da via e nas condições climáticas, ou seja, nas características da rede.
(Choi, 2019)	Foi realizado um estudo de caso para selecionar o cenário de manutenção e reabilitação com o menor custo, tendo em conta as emissões de dióxido de carbono. Isto foi feito utilizando um método híbrido de análise LCC e de avaliação do ciclo de vida com três cenários representativos: trabalhos de remendos repetitivos, trabalhos de fresagem simples e de sobreposição, e trabalhos combinados, respetivamente. Em suma, o caso de estudo indica que o cenário mais económico de acordo com o LCC é o cenário 1, mas ao considerar os custos ambientais diretamente ligados às emissões de dióxido de carbono, o cenário 2 é a escolha mais económica para a Agência Rodoviária Nacional da República da Coreia.

Tabela 9 - Casos práticos referentes à gestão de custos de manutenção (cont.)

(Qiao et al., 2020)	<p>O estudo foi realizado para cada um dos três principais distritos do Departamento de transportes da Virgínia(VDOT) com climas diferentes, onde apresenta os resultados de uma análise abrangente dos custos do ciclo de vida (LCC) destinada a quantificar os potenciais impactos económicos de um método de adaptação climática, no qual um ligante asfáltico melhorado (Performance Grade PG 76-22) é utilizado na construção e manutenção de secções flexíveis de pavimento em vez do ligante original (PG 70-22) para melhorar a resistência contra temperaturas elevadas. Foram considerados três estudos de caso consistindo em secções de pavimento típicas interestaduais, primárias e secundárias. A LCC contabilizou os custos incorridos durante as fases de produção, manutenção e utilização da mistura do ciclo de vida do pavimento, considerando explicitamente as projeções climáticas futuras, o desempenho do ciclo de vida do pavimento, os efeitos da manutenção, e os atrasos dos utilizadores da zona de trabalho. Foi concluído que os pavimentos que utilizam o aglutinante melhorado não só têm melhor desempenho ao longo do tempo, como também são economicamente vantajosos em comparação com os que utilizam o aglutinante original nas condições climáticas futuras previstas (2020-2039).</p>
(Yang et al., 2022)	<p>No contexto da redução das emissões de carbono e da mitigação do aquecimento global, o objetivo deste trabalho é o de desenvolver um novo modelo de estratégia de manutenção preventiva. A novidade do modelo é que tem em conta a eficiência energética, o custo de manutenção, a qualidade do produto e o impacto da reciclagem de produtos defeituosos na eficiência energética. Com base na relação entre o custo da manutenção preventiva, o consumo de energia operacional e a taxa de falhas, é introduzido o coeficiente de correlação para obter o custo variável da manutenção preventiva e o consumo variável de energia operacional. Depois, são estabelecidos os modelos de custo e eficiência energética, respetivamente, e finalmente, a solução ótima de Pareto é encontrada pelo algoritmo genético de triagem não dominado II (NSGAI). Em suma, em comparação com uma estratégia de manutenção geral que apenas considera os custos de manutenção, a consideração dos custos de manutenção, eficiência energética e qualidade do produto é mais adequada aos sistemas de fabrico e por isso a estratégia de manutenção preventiva proposta neste documento é melhor do que a estratégia de manutenção geral e mais relevante para a situação real dos sistemas de fabrico na indústria transformadora.</p>
(Olanrewaju & Ooi, 2022)	<p>Este estudo foi elaborado na Malásia e efetuou uma investigação dos determinantes críticos associados aos custos de manutenção dos edifícios hospitalares. A investigação desenvolveu um instrumento de questionário que incluiu 18 determinantes dos custos de manutenção dos edifícios hospitalares. O custo médio de manutenção é de cerca 117103€, e a idade média dos edifícios é de cerca de 20 anos. O tamanho da maioria dos hospitais é superior a 21 mil metros quadrados. Utilizando o custo de manutenção como variável dependente, foi apresentado um modelo de rede neural artificial para prever o custo de manutenção. Concluiu-se que com este modelo, os determinantes críticos dos custos de manutenção são a dimensão dos hospitais, o uso indevido dos edifícios hospitalares, a má orçamentação, a ausência de técnicas de previsão, e as expectativas de alto desempenho dos edifícios. A investigação permitiu também obter novas informações sobre o perfil dos custos de manutenção dos edifícios hospitalares.</p>

3. MÉTODOS E APLICAÇÃO

3.1. Enquadramento do caso de estudo prático

Nos capítulos anteriores foram apresentadas ferramentas e conceitos fundamentais para o desenvolvimento deste caso de estudo prático, que teve como colaboradores a *Infraspeak* e a unidade hoteleira *Sheraton Porto*.

A empresa *Infraspeak* é uma empresa portuguesa, fundada em 2015, que tem como missão oferecer uma Plataforma Inteligente de Gestão de Manutenção (IMMP) transversal, totalmente centralizada, destinada a gestores e técnicos que enfrentam os desafios da era da Manutenção 5.0. Está presente em diversos setores de atividade, tais como, hotelaria, ensino, retalho especializado, transportes, indústria e saúde, trabalhando assim com grandes empresas nacionais e internacionais.

Para a realização deste trabalho foram definidos os objetivos em conjunto com os colaboradores de ambas as instituições, com o intuito de aprofundar os conhecimentos, acrescentar valor às empresas e desta forma desenvolver a qualidade dos trabalhos dos dois grupos.

O objetivo principal passou por efetuar a gestão de manutenção dos ativos, através da análise de criticidade dos mesmos, da análise de alguns indicadores de desempenho, da análise das avarias mais comuns e da análise dos custos de manutenção (LCC). Isto irá permitir comparar equipamentos de modelos similares de diferentes marcas e determinar quais as marcas mais fiáveis, para que no futuro, na altura de aquisição dos equipamentos, se efetue a escolha mais apropriada e se afine da melhor forma possível, em conformidade com o estudo deste caso prático, o planeamento das intervenções preventivas. De forma a obter uma melhor compreensão da estrutura do trabalho desenvolvido do caso prático é apresentado um fluxograma abaixo na Figura 6.

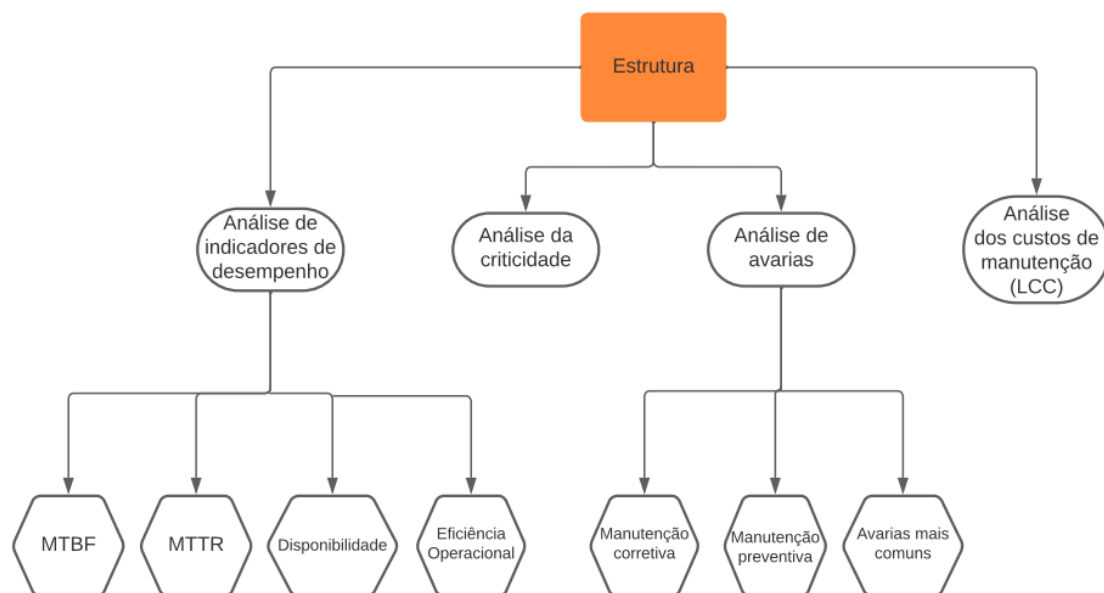


Figura 6 - Fluxograma da estrutura do caso prático

O desenvolvimento do caso prático foi realizado em teletrabalho, tendo sido disponibilizado o acesso ao *software Infraspak*, no qual é possível retirar todos os dados e informações necessárias para o estudo, como por exemplo as informações sobre as ordens de trabalho, intervenções de manutenção corretiva, intervenções de manutenção preventiva, custos de cada intervenção de manutenção, ordens de trabalho, *dashboards*, etc. O *software* disponibiliza também para cada ativo os valores dos dois indicadores de desempenho principais na manutenção MTTR E MTBF.

3.2. Equipamentos de *F&B (Food and Beverage)*

O trabalho desenvolvido neste caso de estudo será no departamento *F&B (Food and Beverage)* e incidirá sobre os equipamentos que o constituem, sendo estes maioritariamente equipamentos de cozinha (eletrodomésticos).

Com base na aplicação da metodologia *Action Research*, procedeu-se primeiramente à observação, identificação e análise dos problemas.

Inicialmente, efetuou-se uma abordagem geral aos equipamentos de cozinha, recolhendo não só as intervenções que cada um deles sofreu e as ações previamente planeadas, identificando quais as avarias mais comuns, mas principalmente a recolha de dados de todas as suas características que serão importantes e necessárias ao longo do desenvolvimento do caso prático, tais como:

- Código – conjunto alfanumérico que identifica o ativo;
- Designação – nome do equipamento;
- Marca;
- Nível de Segurança – corresponde ao nível de risco atribuído ao tipo de equipamento:
 - Nível 1 – Risco elevado;
 - Nível 2 – Risco relevante;
 - Nível 3 – Risco baixo;
 - Nível 4 – Sem risco.
- Grau de criticidade dos ativos:
 - 1- Emergente;
 - 2- Urgente;
 - 3-Normal.

As características mais importantes foram enumeradas anteriormente, servindo assim para o desenvolvimento do caso prático.

De forma a dar seguimento à metodologia *Action Research*, depois de consultarmos as características de cada ativo, foi importante fazer um levantamento das avarias mais comuns de cada ativo nos equipamentos de cozinha. Foi então necessário efetuarmos a consulta do tipo, do número e marca dos equipamentos existentes.

A Tabela 10, apresenta os tipos de equipamentos em estudo, a quantidade de equipamentos ativos, as suas respetivas marcas e exemplos de equipamentos pertencentes a cada tipo.

Tabela 10 - Equipamentos do departamento F&B

Tipo de equipamento	Quantidade de equipamentos	Marcas	Exemplos de equipamentos
Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	22	Zanussi; Sammic; Sopaco; Kenwood.	Fritadeiras; máquina de vácuo; batedeiras.
Grande doméstico da zona de frios	48	Zanussi; Sammic; Kenwood.	Máquinas de gelo; câmaras de conservação; frigoríficos.
Grande doméstico da zona quente	18	Zanussi; Sammic; Fiamma; Sopaco.	Fornos; fogões, grelhadores.
Máquinas de lavar	8	Zanussi; Sammic.	Máquinas de lavar louça; máquinas de lavar copos

Para o desenvolvimento do estudo efetuado é importante termos em conta quais as marcas que têm maior ou menor representatividade por tipo de equipamento. Nos gráficos apresentados nas figuras seguintes é possível visualizar os valores em percentagem, da distribuição das diferentes marcas por tipo de equipamento.

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Nos pequenos domésticos, tal como podemos visualizar na Figura 7, é a marca Sammic que tem o maior número de ativos, totalizando um valor de 13 ativos em 22. A marca com o menor número de ativos nesta categoria é a marca Fiamma.

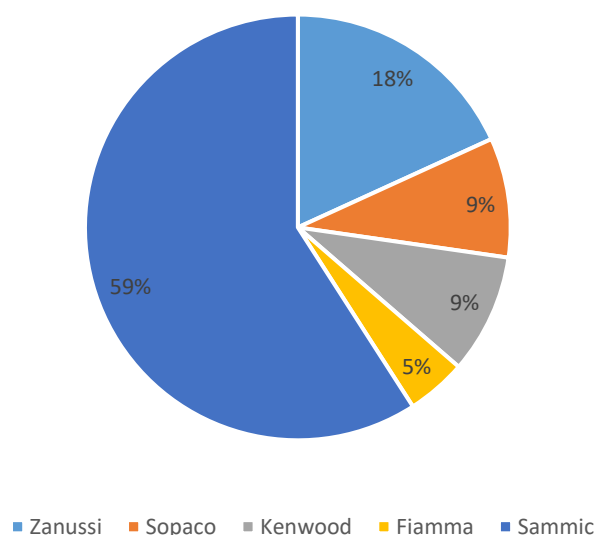


Figura 7 - Distribuição das marcas dos pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Grandes domésticos da zona de frios

No que respeita aos grandes domésticos, podemos visualizar na Figura 8, a marca que se destaca com maior número de ativos é a marca Zanussi com 23 ativos e a que apresenta o menor número de ativos é a marca Kenwood com 12 ativos.

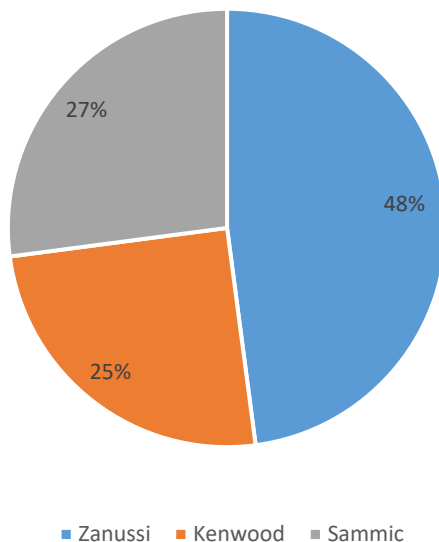


Figura 8 - Distribuição das marcas do grande doméstico da zona de frios

Grandes domésticos da zona quente

Como podemos constatar na Figura 9, a marca com maior número de ativos é a marca Zanussi com 13 ativos e a marca com menor número de ativos é a marca Sopaco com 1 ativo apenas.

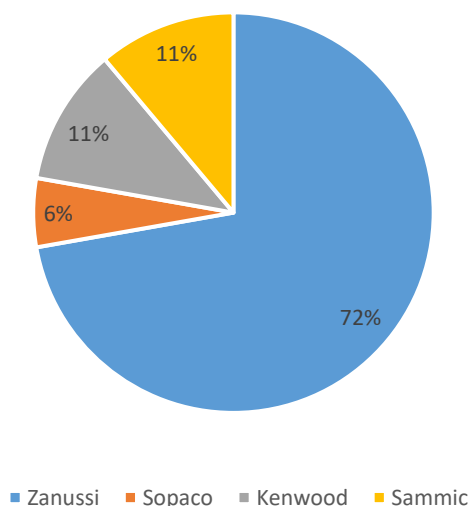


Figura 9 - Distribuição das marcas do grande doméstico da zona quente

Máquinas de lavar

Na Figura 10, conseguimos verificar que a marca Zanussi é a que tem maior número de ativos, apresentando-se com 6 ativos e a marca com menor número é a Sammic com 2 ativos.

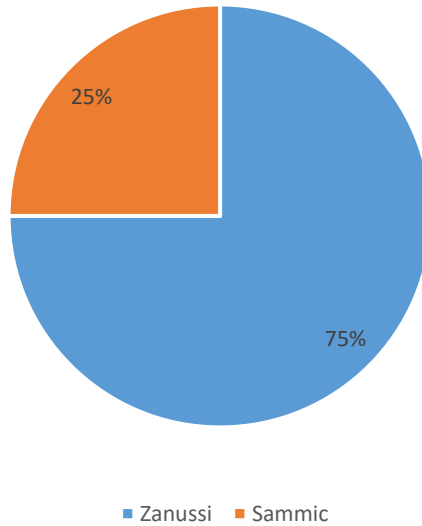


Figura 10 - Distribuição das marcas das máquinas de lavar

Após visualizarmos a distribuição das marcas por tipo de equipamento e a sua representatividade em percentagem, será possível no próximo capítulo analisar os equipamentos em estudo e efetuar uma análise de quais os ativos mais críticos de cada grupo de equipamentos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da criticidade dos equipamentos

No ponto 2.3 da revisão bibliográfica foi abordado este tema, no qual foi estudado dois métodos de análise da criticidade, tais como, o método da matriz ABC e o método da matriz de GUT.

O departamento de manutenção da unidade hoteleira *Sheraton Porto* optou por utilizar um método adaptado da matriz ABC.

Existe como regra geral a atribuição de um grau de criticidade para cada equipamento de forma a saber qual o ativo com prioridade para a realização das intervenções de manutenção. Este grau é atribuído de acordo com: o desempenho do equipamento; com as informações do fabricante; e com o número de horas de utilização.

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

- O nível de segurança;
- Grau criticidade atribuído pela unidade hoteleira mediante a necessidade e utilização do ativo.

Os graus de criticidade definidos pelo departamento de manutenção para os equipamentos do *F&B* foram os seguintes:

- Grau 1 – Emergente;
- Grau 2 - Urgente;
- Grau 3 – Normal.

Os equipamentos em estudo estão quantificados no *software Infraspak*, onde foram recolhidas todas as informações relativas à criticidade dos diferentes ativos, no entanto nos equipamentos em estudo optou-se por fazer uma divisão por tipos de equipamento de forma a fazer uma comparação mais justa com base em características e finalidades semelhantes que os equipamentos dispõem, sendo que equipamentos semelhantes podem ter graus de criticidade diferentes, visto que o grupo hoteleiro possui uma variedade de ativos com marcas diferentes.

Na Tabela 11 é apresentado o grau de criticidade correspondente a cada tipo de equipamento, assim, é possível ter uma noção do grau de criticidade médio por tipo de equipamento e entender os diferentes graus existentes em cada tipo, posteriormente organizados e trabalhados de acordo com as necessidades pretendidas.

Tabela 11 - Criticidade dos equipamentos F&B

Tipo de Equipamento	Grau de criticidade	
	Valor médio	Graus existentes
Pequeno doméstico (utensílios de cozinha)	3	2 e 3
Grande doméstico da zona de frios	2	1, 2 e 3
Grande doméstico da zona quente	2	1, 2 e 3
Máquinas de lavar	2	1, 2 e 3

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Neste tipo de equipamento existem duas marcas que apresentam variação de criticidade: a Zanussi, em que 75% dos ativos tem grau normal (3) e 25% urgente (2) e a Sammic, na qual 92% tem uma criticidade normal (3) e 8% urgente (2) (Figura 11 e Figura 12).

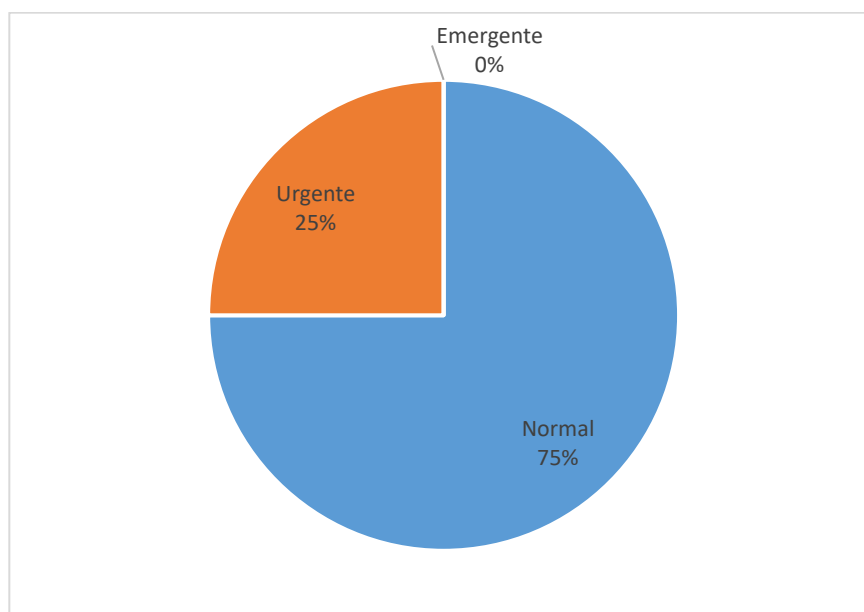


Figura 11- Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

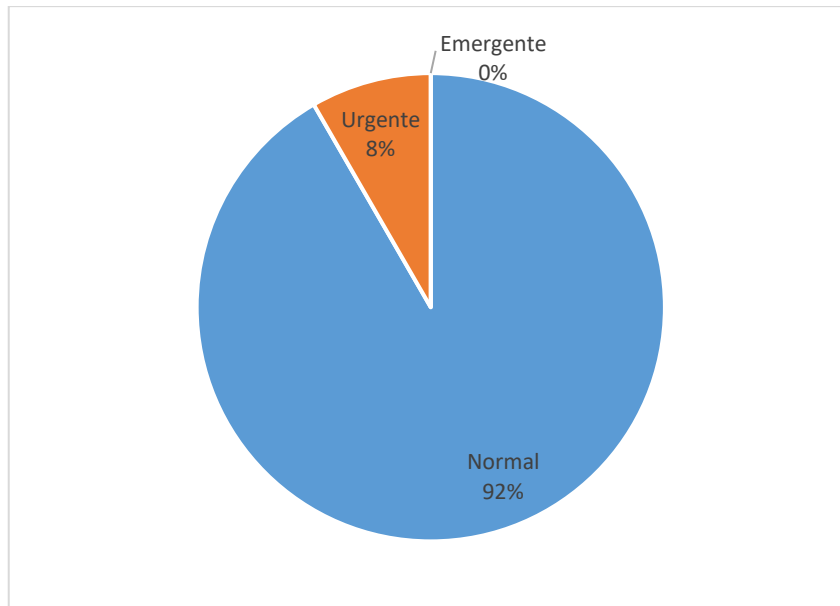


Figura 12 - Distribuição da criticidade da marca Sammic dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Grandes domésticos da zona de frios

Este tipo de equipamento, contém três marcas que apresentam variação de criticidade: a marca Zanussi, em que 61% dos ativos tem grau urgente (2), 26% normal (3) e 13% emergente (1); a marca Sammic tem 69% dos ativos com grau urgente (2), 16% emergente e 15% normal; por fim a marca Kenwood, na qual 75% dos ativos tem grau urgente, 17% emergente e 8% normal. Na Figura 13, Figura 14 e Figura 15 ilustram os gráficos com a informação descrita anteriormente.

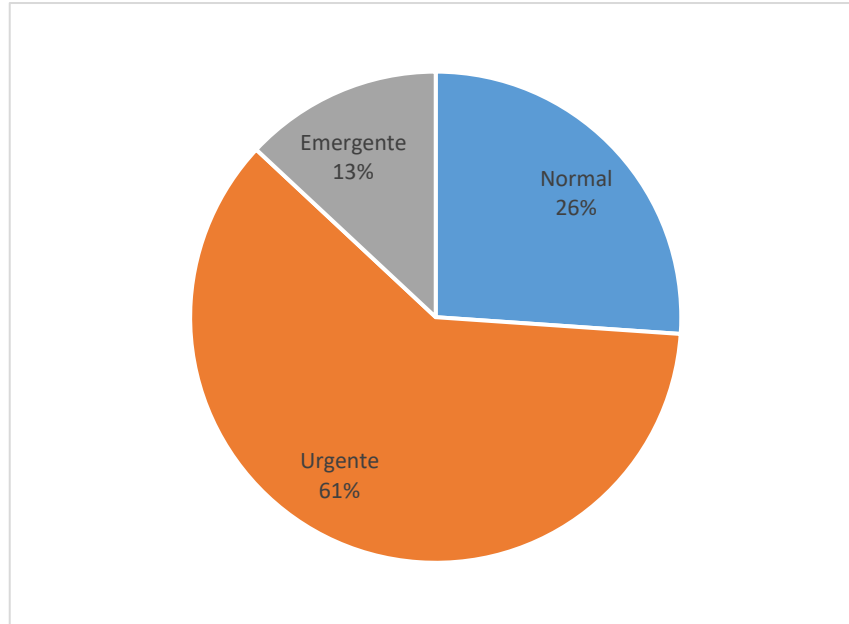


Figura 13-Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Grandes domésticos da zona de frios

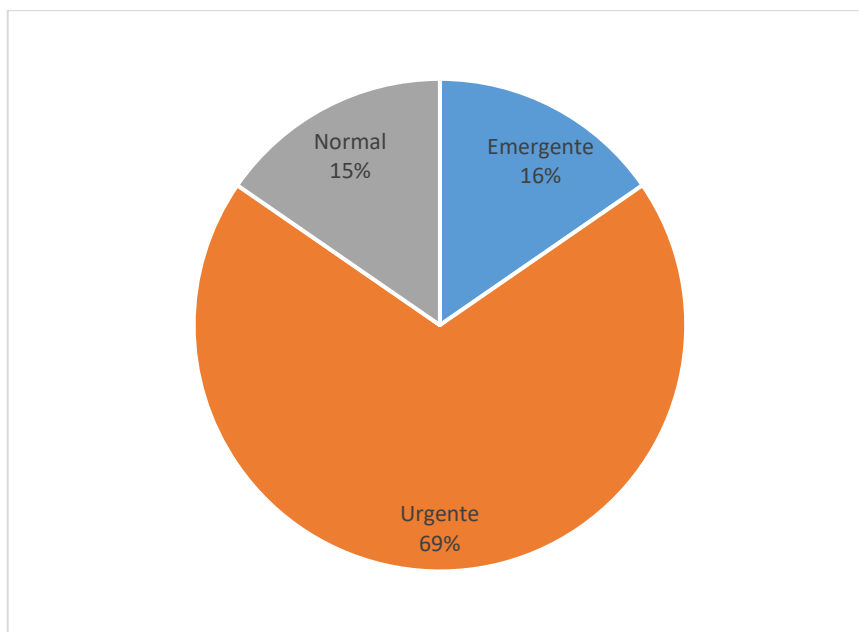


Figura 14 - Distribuição da criticidade da marca Sammic dos Grandes domésticos da zona de frios

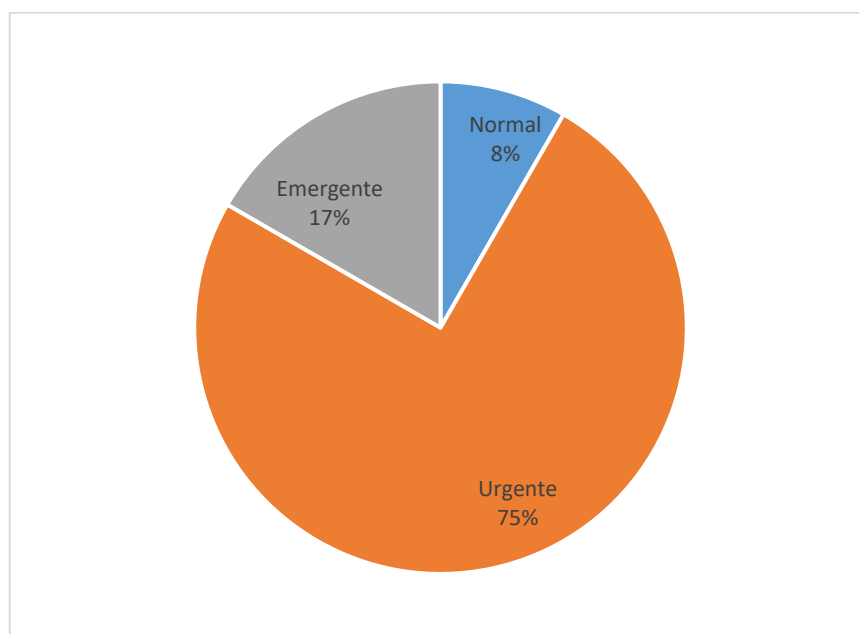


Figura 15 - Distribuição da criticidade da marca Kenwood dos Grandes domésticos da zona de frios

Grandes domésticos da zona quente

Neste tipo de ativos apenas a marca Zanussi dispõem de variação de criticidade sendo que 58% dos ativos correspondem a um grau de criticidade normal, 25% urgente e 17% a um grau emergente, como se pode ver na Figura 16.

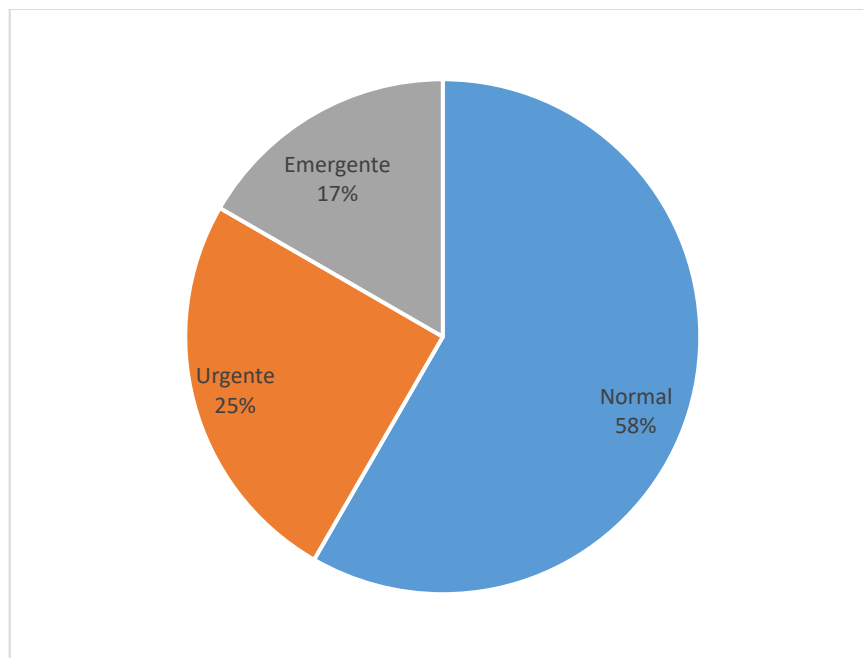


Figura 16 - Distribuição da criticidade da marca Zanussi dos Grandes domésticos da zona quente

Máquinas de lavar

Neste tipo de equipamento existem duas marcas que apresentam variação de criticidade: a Zanussi, em que 50% dos ativos tem grau normal (3), 33% emergente (1) e 17% urgente (2); a marca Sammic, na qual 50% tem uma criticidade emergente (1) e 50% urgente (2). A Figura 17 e Figura 18 apresentam os resultados descritos.

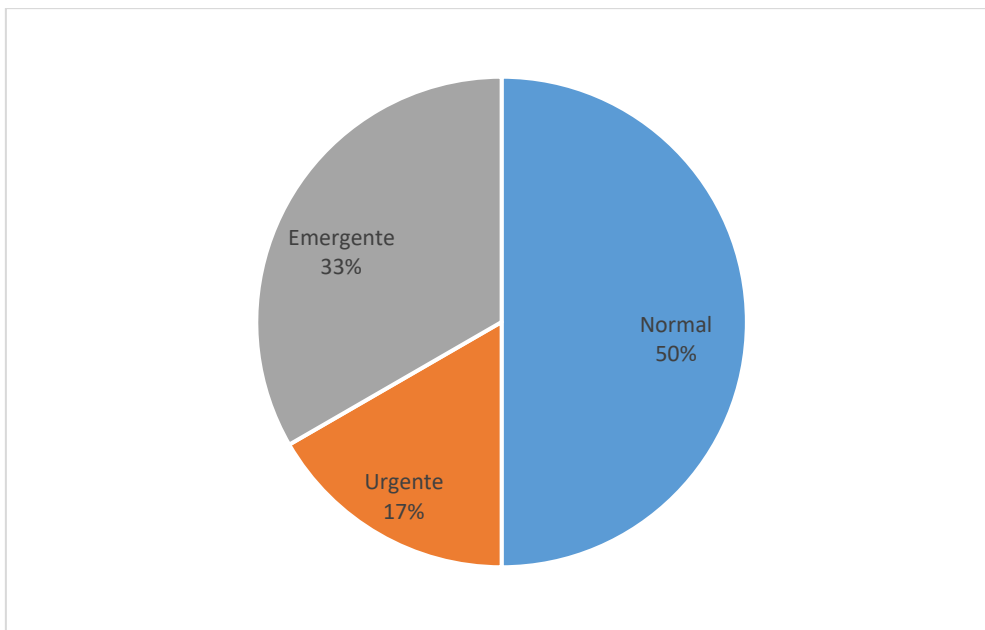


Figura 17 - Distribuição da criticidade da marca Zanussi das máquinas de lavar

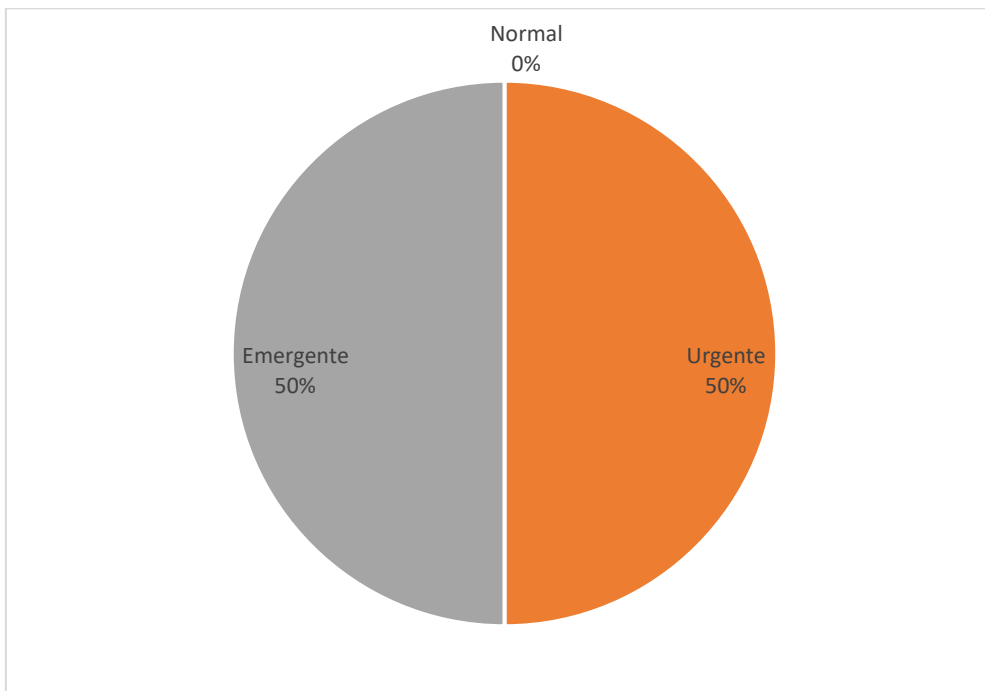


Figura 18 - Distribuição da criticidade da marca Sammic das máquinas de lavar

4.2. Análise dos indicadores de desempenho

O departamento de manutenção do grupo hoteleiro, na sua base de dados, utiliza apenas dois indicadores, o MTBF (*Mean Time Between Failures*) e o MTTR (*Mean Time to Repaire*). A partir destes indicadores efetuou-se também um estudo dos indicadores de Disponibilidade (%) e Eficiência Operacional (%) dos ativos.

4.2.1. Tempo médio entre avarias – MTBF

Para o cálculo do tempo médio entre avarias, recorreu-se à plataforma *infraspeak*, que permitiu efetuar o cálculo por cada tipo de equipamento.

A Figura 19 representa, em número de dias, o valor deste indicador de desempenho nos equipamentos a serem estudados. Pela sua observação é possível constatar que o Pequeno doméstico (utensílios de cozinha) por ter o maior valor de MTBF é o que apresenta o melhor resultado, seguindo-se as máquinas de lavar, depois os Grandes domésticos da zona de frios e por fim, os Grandes domésticos da zona quente.

Os equipamentos que apresentam o valor de MTBF mais baixo, nomeadamente os Grandes domésticos da zona de frios e os Grandes domésticos da zona de quentes são os que se deve ter especial atenção por parte do departamento de manutenção, já que o tempo médio entre avarias é bastante reduzido.

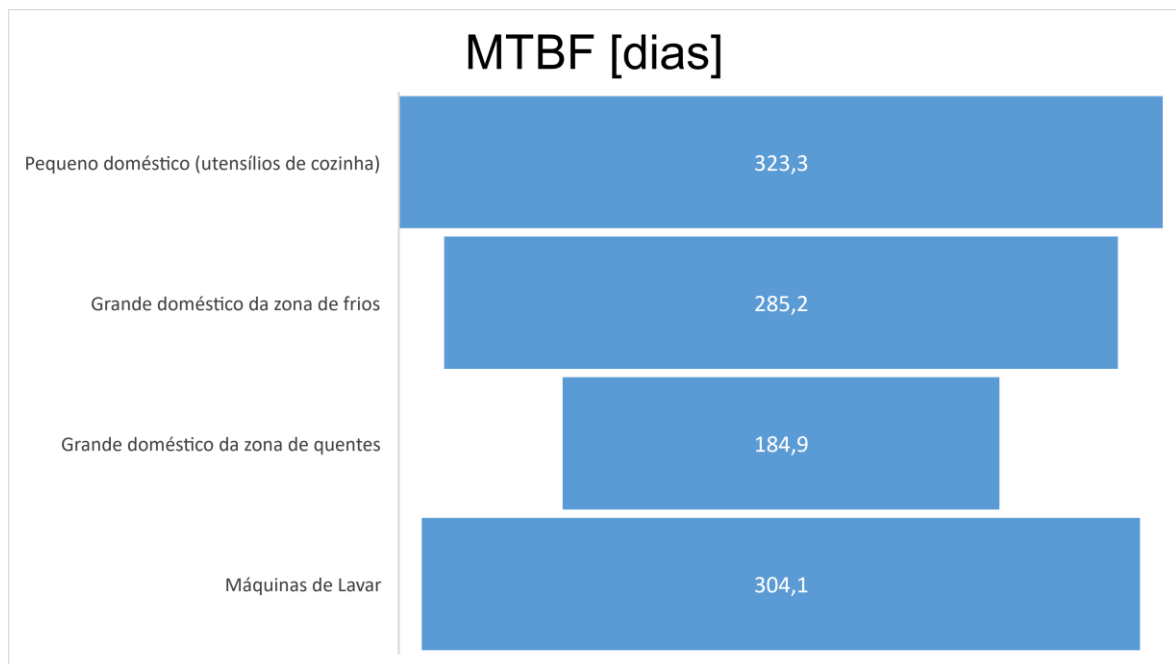


Figura 19 - MTBF dos equipamentos

De seguida será efetuada uma análise para cada equipamento, esta será realizada através de uma comparação entre as diferentes marcas de cada um.

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

O gráfico apresentado na Figura 20 apresenta as quatro marcas que dispõem do equipamento em questão e evidencia um valor relativamente superior na marca Kenwood e a inexistência de reparações da marca Sopaco, e, por isso, não existe dados suficientes para calcular o valor de MTBF para esta marca.

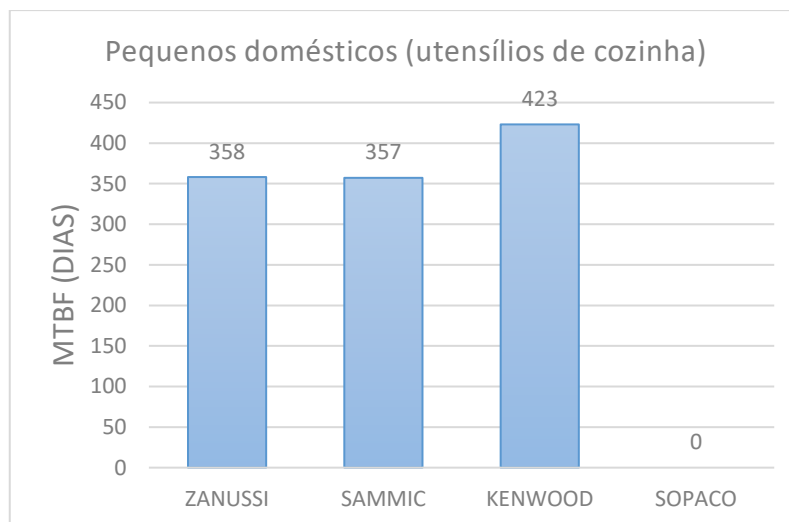


Figura 20 - MTBF por marca do dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Tendo em conta que a marca Sammic contém 12 ativos e apresenta um MTBF menor do que a Kenwood que apenas dispõe de 1 ativo nesta categoria de equipamento e ostenta 423 dias de MTBF, a aposta nesta última marca poderia ser uma hipótese para este tipo de ativo.

Grandes domésticos da zona de frios

O gráfico apresentado na Figura 21 apresenta as três marcas que dispõem do equipamento em questão, os valores apresentam-se díspares já que o valor para a marca Kenwood é muito mais elevado em relação às outras.

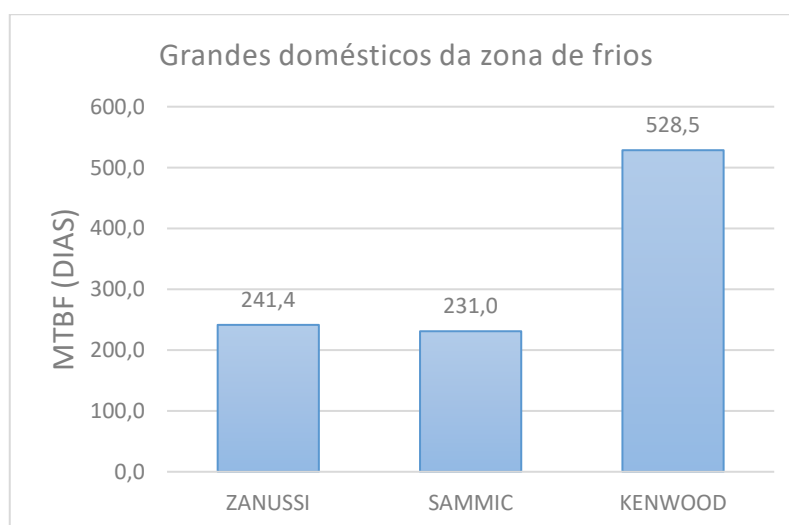


Figura 21 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona de frios

Através da Figura 21, podemos concluir que nesta categoria de equipamento a marca Kenwood, que dispõe de 12 equipamentos, apresenta os melhores resultados, enquanto a marca Sammic com 13 ativos, apenas mais um que a Kenwood, tem um MTBF significativamente inferior, e por isso, a aposta na marca Kenwood dá mais garantias.

Grandes domésticos da zona quente

O gráfico apresentado na Figura 22 apresenta as quatro marcas que dispõe do equipamento em questão, os valores apresentam-se díspares, já que o valor para a marca Sammic é muito mais elevado em relação às outras. A inexistência de reparações da marca Fiamma, explica-se por não existirem dados suficientes para calcular o valor de MTBF para esta marca.

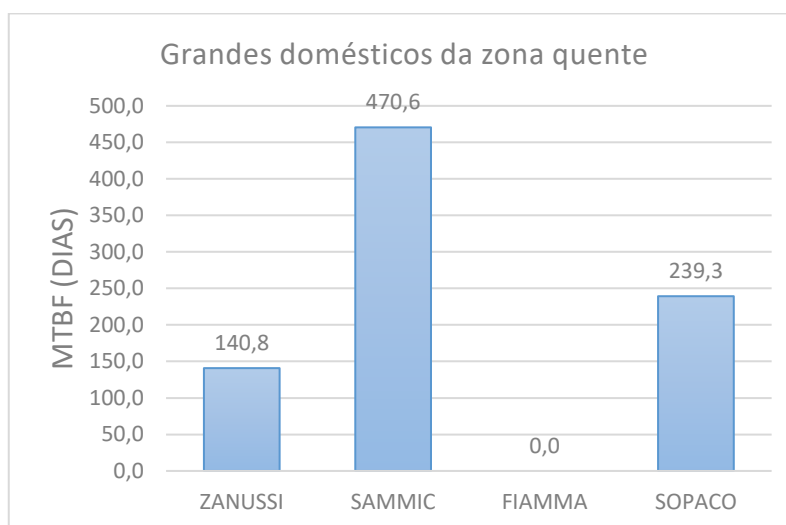


Figura 22 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona quente

Observando a Figura 22, podemos concluir que nesta categoria de equipamento a marca Sammic que dispõe de apenas 2 ativos, apresenta os melhores resultados, enquanto a Zanussi, que detém 13 ativos, expressa um resultado insuficiente. A aposta na marca Sammic seria uma hipótese com mais garantias.

Máquinas de lavar

O gráfico apresentado na Figura 23 apresenta as quatro marcas que dispõe do equipamento em questão, apenas a marca Zanussi possui dados de análise, sendo que a marcas Sammic, não teve registo de nenhuma reparação, o que significa que para esta marca não há dados suficiente para ser calculado o MTBF.

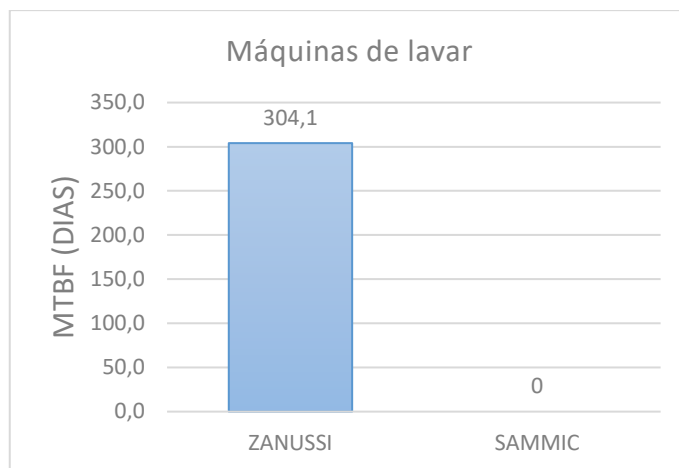


Figura 23 – MTBF por marca das máquinas de lavar

Nesta categoria existem apenas duas marcas com representação, a marca Zanussi e a marca Sammic. Sendo a marca Zanussi, a marca que detém maior número de ativos (6) nesta categoria e apesar da marca Sammic dispôr apenas de 2 ativos, esta não demonstra reparações suficientes no intervalo de tempo em estudo, para exibir um MTBF. Dito isto, a marca Sammic é uma boa escolha por raramente apresentar avarias.

4.2.2. Tempo médio de reparação - MTTR

À semelhança do indicador de desempenho anterior, a plataforma *infraspeak*, disponibilizou os dados, que permitiu efetuar o cálculo por cada tipo de equipamento.

A Figura 24 representa, em número de dias, o valor deste indicador de desempenho nos equipamentos a serem estudados.

Ao contrário do tempo médio entre avarias, o MTTR deverá ter o menor valor possível e por isso é possível constatar que o Grande doméstico da zona de frios é o que apresenta o melhor resultado, em segundo lugar os Grandes domésticos da zona quente, em terceiro lugar as máquinas de lavar e por fim, em último lugar Pequenos domésticos (utensílios de cozinha).

Os equipamentos que apresentam o valor de MTTR mais alto são os que se deve ter especial atenção por parte do departamento de manutenção, já que o tempo médio de reparação é bastante elevado.

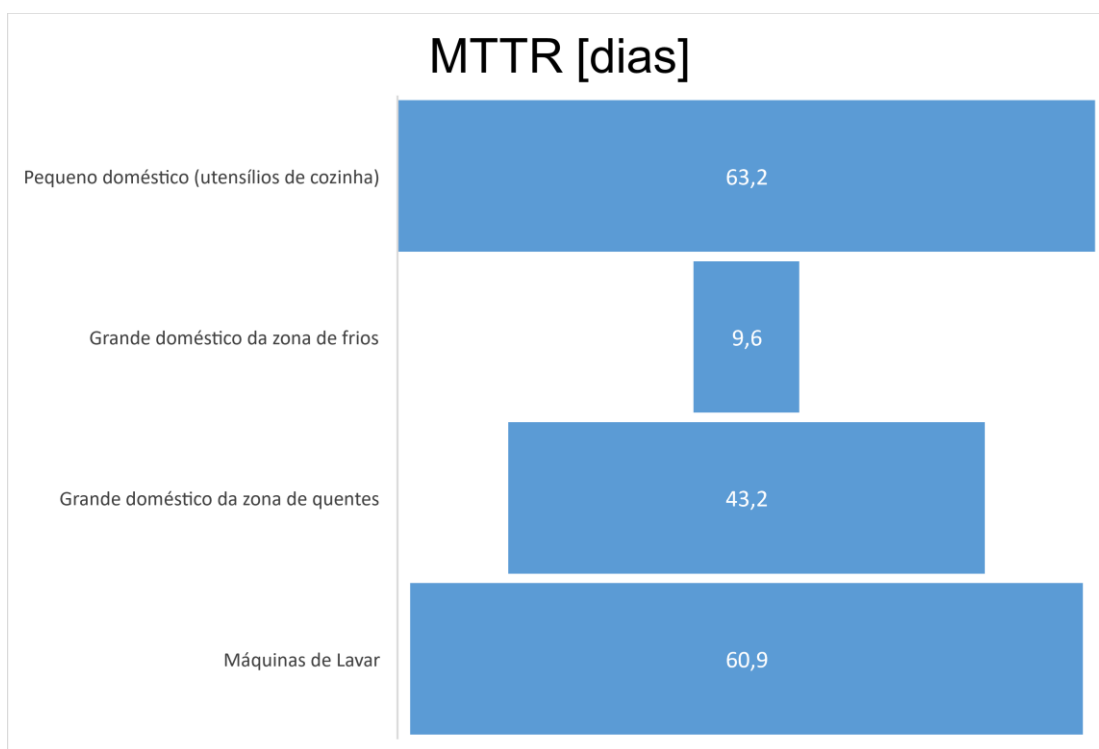


Figura 24 - MTTR dos equipamentos

De seguida tal como foi feito no indicador de desempenho anterior, é feita uma análise com base na comparação entre as diferentes marcas de cada categoria de equipamento.

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Nos equipamentos de pequenos domésticos (utensílios de cozinha), existem quatro marcas e o valor mais elevado por observação da Figura 25 é da marca Kenwood, realçando a não existência de reparações para a marca Sopaco que explica assim o valor 0 no gráfico. A marca Sopaco não apresenta reparações que permitam o cálculo deste indicador.

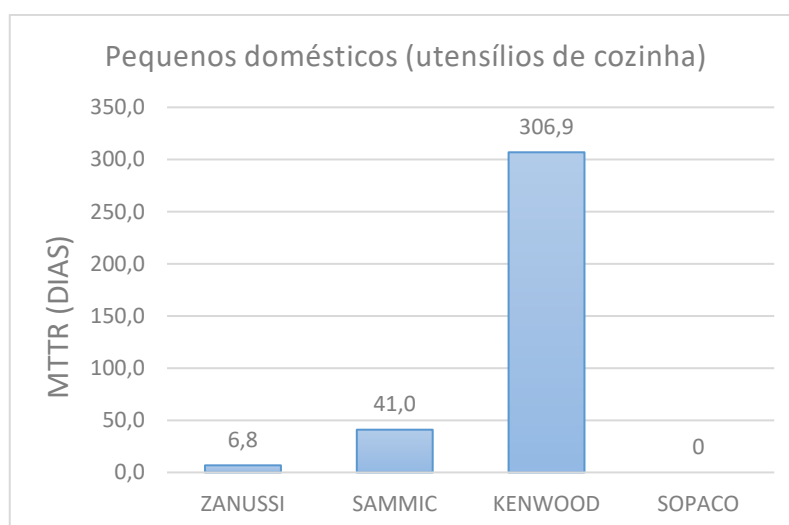


Figura 25 - MTTR por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Ao contrário dos resultados do MTBF, o MTTR da marca Kenwood é a que apresenta o pior resultado, pois tem um valor d muito elevado. Este valor elevado e sobretudo exagerado pode-se justificar por ser algo muito pouco fidedigno oriundo da plataforma Infrasppeak, pois o técnico muito provavelmente cometeu um lapso na data que fechou a intervenção. No entanto ao longo do caso de estudo iremos continuar com este valor para o resto dos cálculos. A marca que apresenta o melhor resultado é marca Zanussi com o valor mais baixo deste KPI.

Grandes domésticos da zona de frios

Neste caso, na Figura 26, denota-se uma diferença substancial da marca Zanussi, que possui o valor maior, para com a marca Kenwood, que apresenta um MTTR reduzido, o que lhe confere o estatuto de marca que apresenta o melhor valor de MTTR para esta categoria de equipamento.

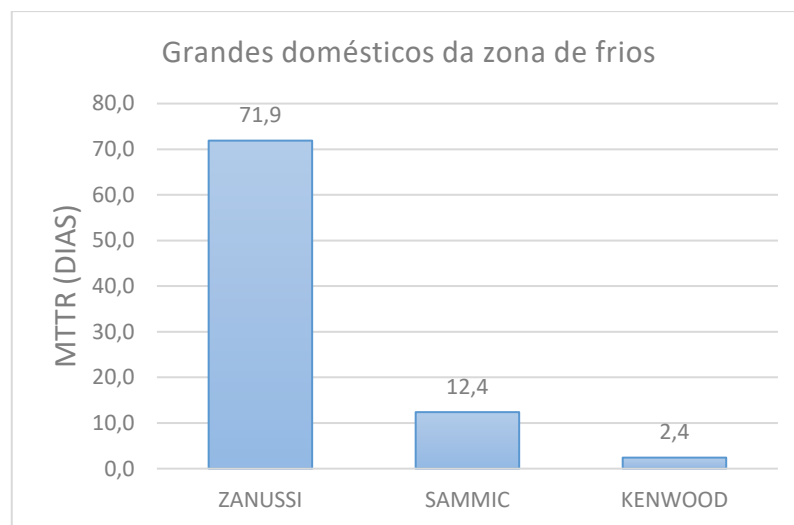


Figura 26 - MTTR por marca dos Grandes domésticos da zona de frios

Semelhantemente à análise do MTBF a marca Kenwood obtém, novamente, bom resultado, agora no MTTR, sendo esta a marca de eleição para este KPI. O segundo melhor resultado é da marca Sammic, ao contrário do que se constatou anteriormente, pois esta obteve o pior desempenho em comparação com as outras marcas no que toca a valores de MTBF.

Grandes domésticos da zona quente

Em comparação com as outras 4 marcas, na Figura 27, a marca Zanussi apresenta os valores mais díspares, já que o seu valor é muito mais elevado em relação às outras e por isso apresenta o pior resultado na análise deste KPI para esta categoria de equipamento. Destaque para a marca Sopaco, que apresenta o MTTR mais reduzido das quatro marcas, o que lhe confere o estatuto de marca que apresenta o melhor valor de MTTR. A marca Fiamma não apresenta reparações que permitam o cálculo deste indicador.

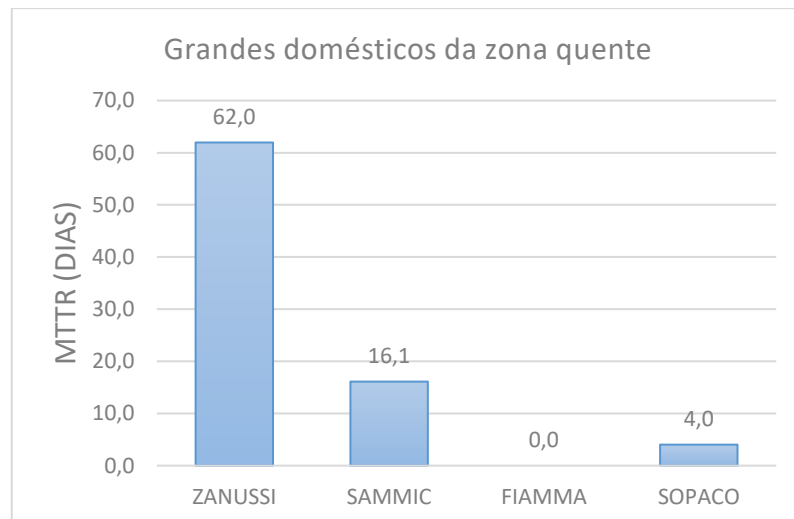


Figura 27 - MTBF por marca dos Grandes domésticos da zona quente

É importante também fazer referência à marca Sammic nesta análise, pois à semelhança dos resultados obtidos para o MTBF anteriormente, esta volta a obter um bom desempenho, agora no MTTR, sendo a segunda melhor marca desta categoria de equipamentos.

Máquinas de lavar

Como as marcas Sammic, não teve nenhuma reparação, esta marca não é elegível para o cálculo deste indicador de desempenho. A única marca que possui dados para análise é a marca Zanussi, que apresenta um MTTR de valor elevado, obtendo assim um mau desempenho, como é possível ver na Figura 28.

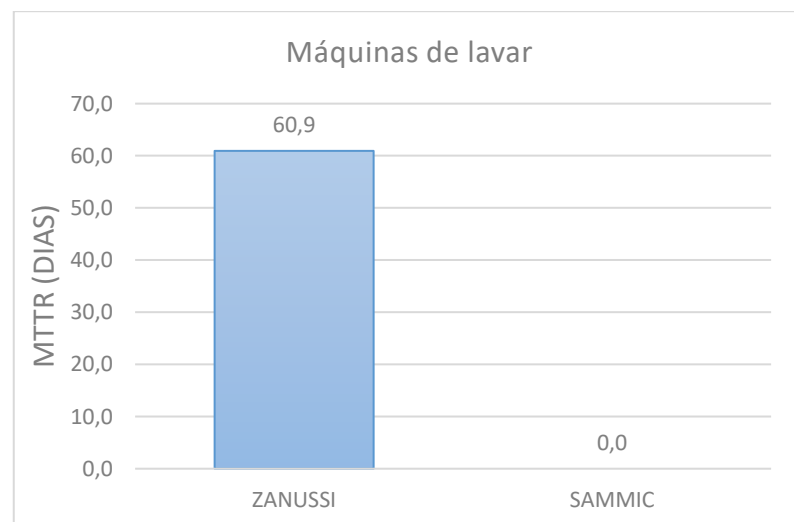


Figura 28 – MTTR por marca das máquinas de lavar

4.2.3. Disponibilidade

Em semelhança aos indicadores de desempenho analisados anteriormente, recorreu-se à plataforma *infraspeak*, que permitiu efetuar o cálculo por cada tipo de equipamento e depois por marca de cada tipo de equipamento, dos valores da Disponibilidade.

A Figura 29 representa, em percentagem, o valor deste indicador de desempenho nos equipamentos a serem estudados. Pela sua observação é possível constatar que os Grandes domésticos da zona de frios por ter o maior valor de disponibilidade é o que apresenta o melhor resultado, seguindo-se os Pequenos domésticos (utensílios de cozinha), depois as máquinas de lavar e por fim, os Grandes domésticos da zona de quentes.

Os equipamentos que apresentam o valor de Disponibilidade mais baixo, nomeadamente os Grandes domésticos da zona de quentes são os que se deve ter especial atenção por parte do departamento de manutenção.

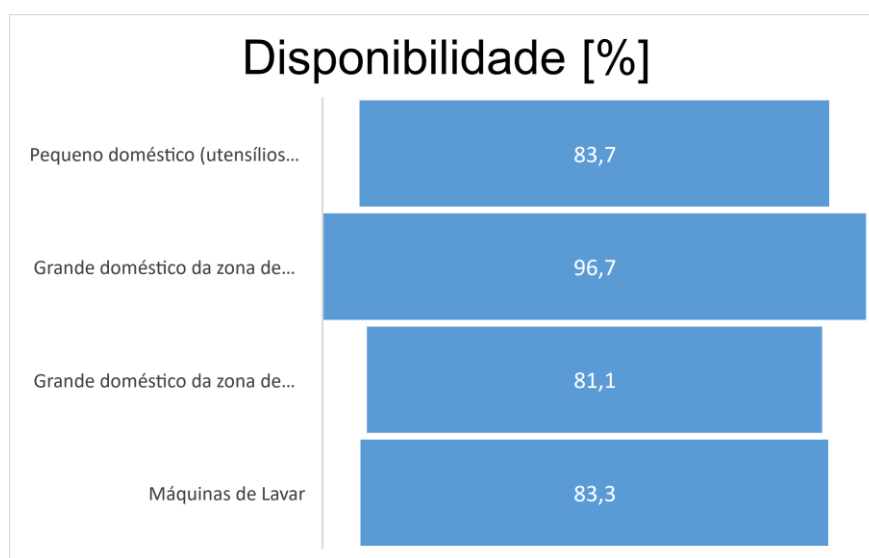


Figura 29 - Disponibilidade dos equipamentos

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Na análise à Figura 30 que nos mostra a Disponibilidade das marcas que o equipamento dispõe, destacando-se a marca Zanussi como a marca que possui maior valor de Disponibilidade e a inexistência de reparações da marca Sopaco, não permitindo o cálculo do valor da Disponibilidade para esta marca, pois não dispunha de valores de MTBF e MTTR.

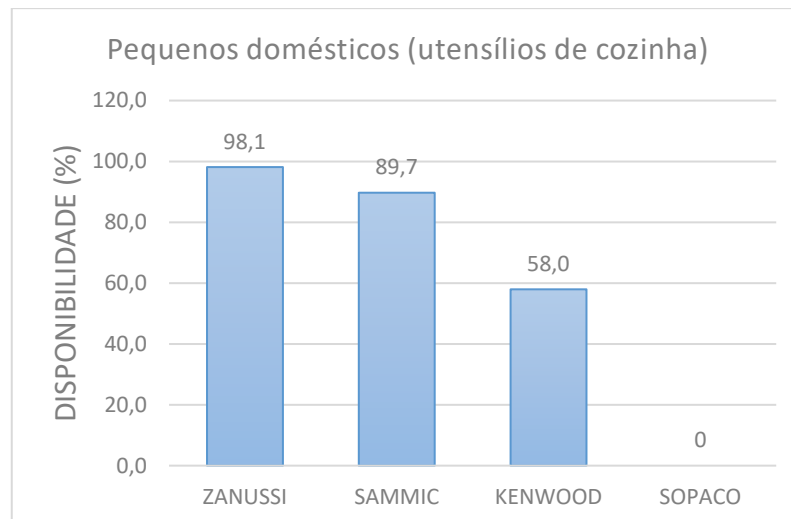


Figura 30 - Disponibilidade por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

A partir da observação do gráfico da Figura 30, podemos constatar que a marca Zanussi tem valores muito próximos dos ideais e por isso seria importante incidir sobre as outras marcas. A marca Sammic apresenta valores satisfatórios, mas ainda com espaço para melhorar se aumentar os seus valores de MTBF.

Quanto à marca Kenwood é a que regista pior resultado deste indicador de desempenho, atingindo apenas 58%. De modo a melhorar o desempenho desta marca deve-se reduzir o seu valor de MTTR que é muito elevado, embora esta tenha um valor de MTBF bastante bom.

Grandes domésticos da zona de frios

O gráfico apresentado na Figura 31 que nos mostra a Disponibilidade das marcas que o equipamento dispõe, destacando-se a marca Kenwood como a marca que possui maior valor e a marca Zanussi com menor valor de Disponibilidade.

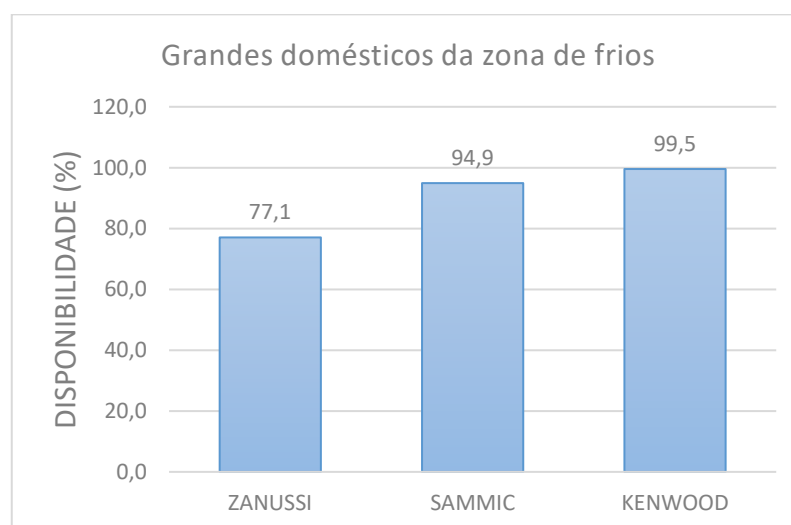


Figura 31 - Disponibilidade por marca dos Grandes domésticos da zona de frios

Visto que a marca Kenwood tem valores muito próximos dos ideais, seria importante incidir sobre as outras marcas.

A marca Sammic apresenta valores muito agradáveis, mas ainda com espaço para melhorar se aumentar os seus valores de MTBF, pois ainda estão longe dos valores de MTBF da marca Kenwood que obteve o melhor resultado nesta categoria de equipamento. Quanto à marca Zanussi é a que regista pior resultado deste indicador de desempenho, atingindo apenas 77,1%. De modo a melhorar o desempenho desta marca deve-se reduzir o seu valor de MTTR que é muito elevado e aumentar consideravelmente o valor de MTBF, que também está longe dos valores da Kenwood.

Grandes domésticos da zona quente

O gráfico apresentado na Figura 32 que nos mostra a Disponibilidade das marcas que o equipamento dispõe, destacando-se a marca Sopaco como a marca que possui maior valor de Disponibilidade e a marca Zanussi com menor valor. Existe a ausência de reparações para a marca Fiamma, que conseqüentemente, não permite calcular o valor da Disponibilidade para esta marca, já que não tinha valores de MTBF e MTTR.

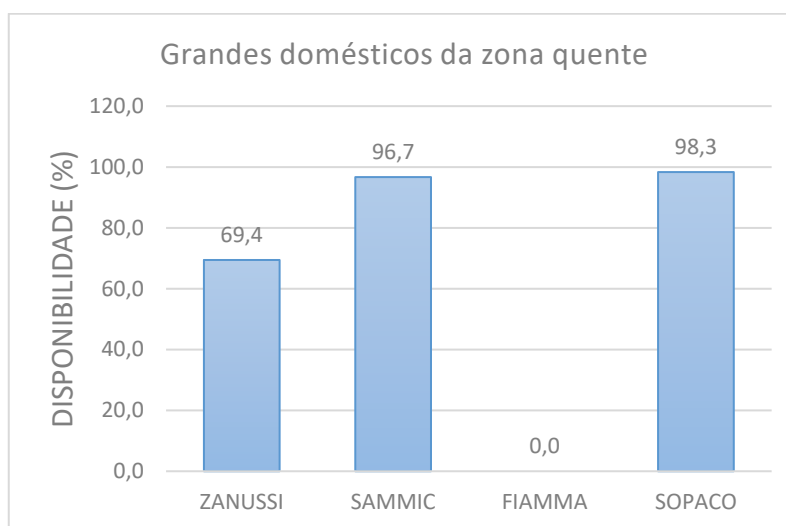


Figura 32 - Disponibilidade por marca dos Grandes domésticos da zona quente

Visto que a marca Sopaco e Sammic têm valores muito próximos dos ideais, seria importante incidir sobre a marca da Zanussi que regista o pior resultado deste indicador de desempenho, atingindo apenas 69,4%. De modo a melhorar o desempenho desta marca deve-se reduzir o seu valor de MTTR que é muito elevado e aumentar consideravelmente o valor de MTBF, que também está longe dos valores da Kenwood (a melhor neste indicador para esta categoria de equipamento).

Máquinas de lavar

Tal como foi mencionado anteriormente, a marca com valor nulo no gráfico da Figura 33, não são possíveis de calcular o valor de Disponibilidade, pois não apresentam registo de reparações.

A marca Zanussi exibe um valor bom de Disponibilidade, mas com margem para melhorias sobretudo se melhorar o MTTR pois está um pouco elevado em relação aos patamares ideais.

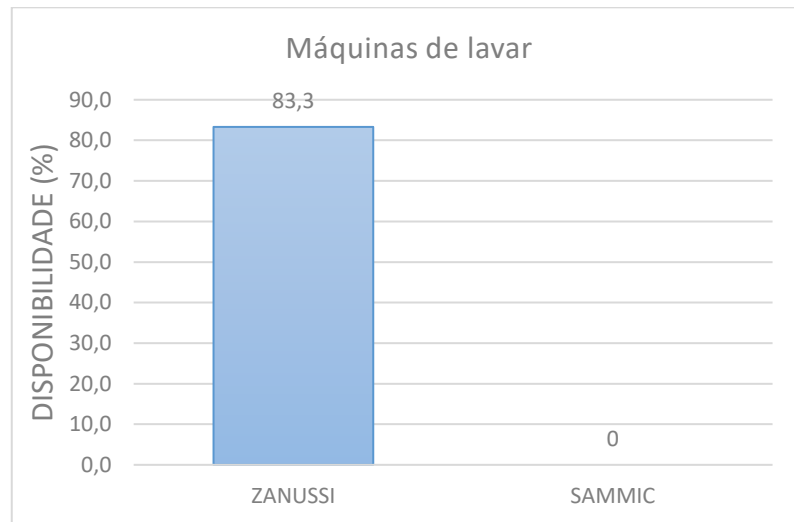


Figura 33 – Disponibilidade por marca das máquinas de lavar

4.2.4. Eficiência Operacional

Finalizada a análise da Disponibilidade, segue-se o estudo da percentagem do tempo utilizado pelo trabalho em relação ao tempo em que o equipamento ficou disponível, ao qual se define por Eficiência Operacional.

Para se obter a eficiência operacional (EO) é necessário calcular previamente o tempo disponível (TD), depois efetuar o produto da Disponibilidade do equipamento com o tempo disponível que o equipamento teve no intervalo de tempo em estudo (2 anos), que se trata de 730 dias.

Sabendo que os equipamentos de *F&B*, durante este período de 2 anos estiveram sempre ativos, incluindo nos Domingos e feriados, conclui-se que estes equipamentos trabalharam efetivamente os 730 dias. Posto isto, possuindo o tempo de trabalho efetivo (TT), é possível calcular os valores da Eficiência Operacional.

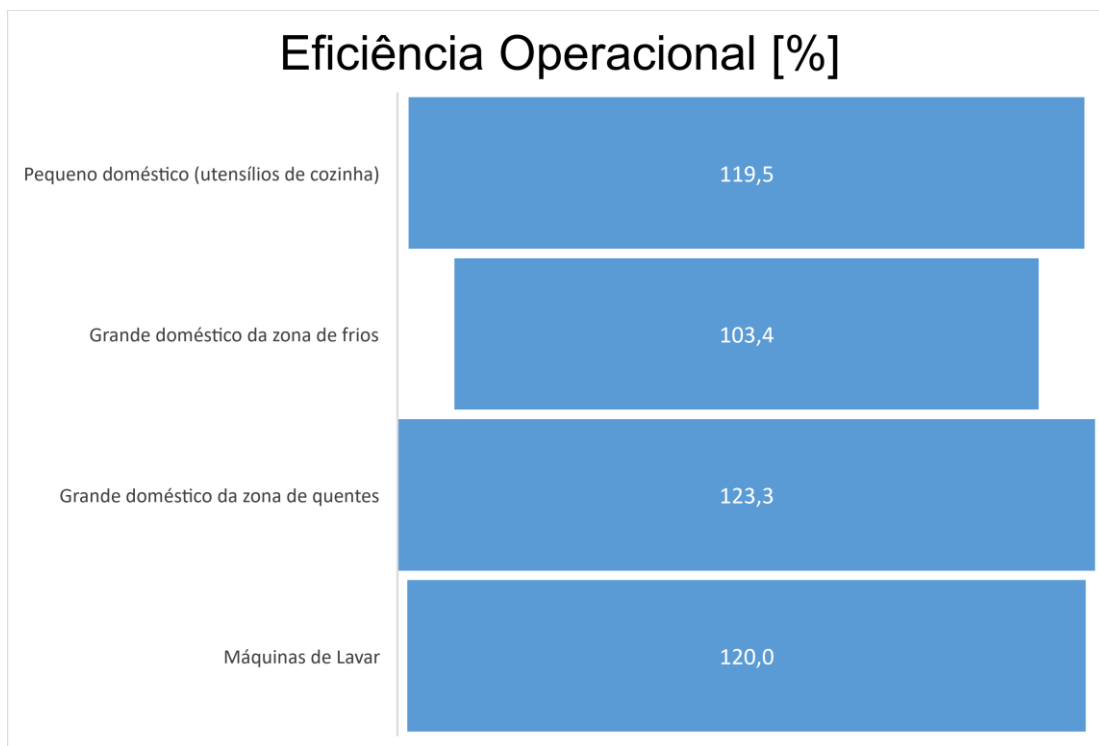


Figura 34 - Eficiência operacional dos equipamentos

Observando o gráfico da Figura 34, é possível verificar que os valores da Eficiência Operacional dos equipamentos estão relacionados com a sua Disponibilidade. Podemos visualizar essa relação por exemplo no Grande doméstico da zona de frios que por ter o valor de Disponibilidade mais elevado, consequentemente tem o valor de Eficiência Operacional mais reduzido do estudo e o inverso acontece para os outros equipamentos restantes.

Uma vez que o Grande doméstico da zona de quentes, as Máquinas de lavar e o Pequeno doméstico (utensílios de cozinha) são os que apresentam maior valor de Eficiência Operacional.

Para se compreender melhor este indicador de desempenho no estudo, efetuou-se para cada uma das marcas uma análise do mesmo.

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

No gráfico da Figura 35, que se segue abaixo, conseguimos verificar que as três marcas não estão a ser eficientes, dado que estas apresentam maior tempo de operação do que disponibilidade. Isto denota que a manutenção que está a ser efetuada nestas marcas não está a ser eficiente, de modo em que o tempo de operação é maior do que a Disponibilidade nas marcas desta tipologia de equipamento.

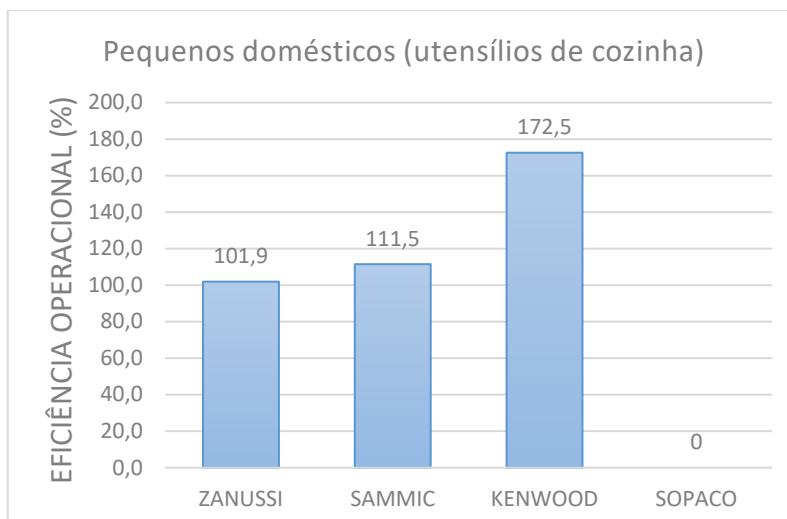


Figura 35 - Eficiência operacional por marca dos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Grandes domésticos da zona de frios

No gráfico da Figura 36, que se segue abaixo, o caso repete-se tal como no equipamento acima uma vez que as três marcas não estão a ser eficientes, dado que estas apresentam maior tempo de operação do que disponibilidade. Isto denota que a manutenção que está a ser efetuada nestas marcas não está a ser eficiente, de modo em que o tempo de operação é maior do que a Disponibilidade nas marcas desta tipologia de equipamento.

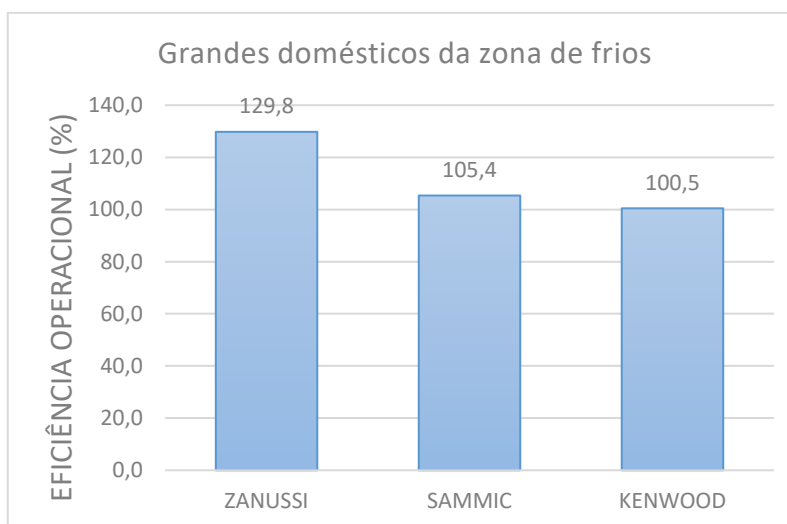


Figura 36 - Eficiência operacional por marca dos Grandes domésticos da zona de frios

Grandes domésticos da zona quente

No gráfico da Figura 37, que se segue abaixo, novamente as três marcas não estão a ser eficientes, dado que estas apresentam maior tempo de operação do que Disponibilidade. Isto denota que a manutenção que está a ser efetuada nestas marcas não está a ser eficiente, de modo em que o tempo de operação é maior do que a Disponibilidade nas marcas desta tipologia de equipamento.

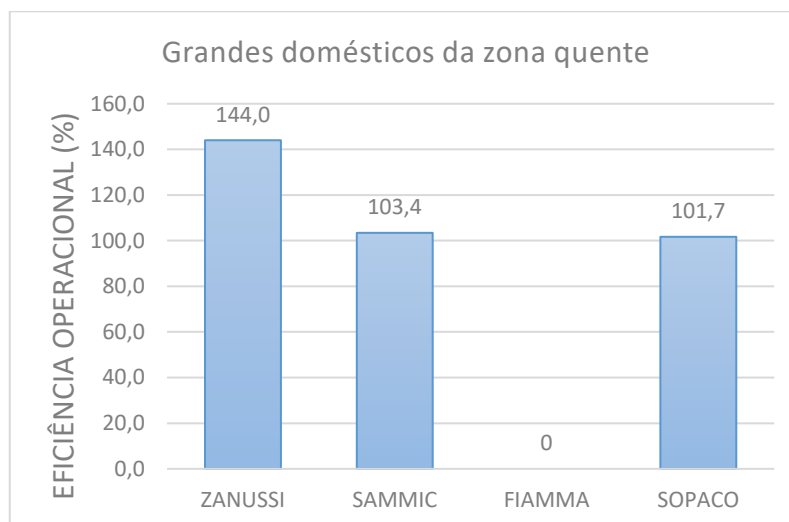


Figura 37 - Eficiência operacional por marca dos Grandes domésticos da zona quente

Máquinas de lavar

Por último temos também um equipamento que não se verifica estar a ser eficiente, porque apresenta maior tempo de operação do que Disponibilidade. Isto denota que a manutenção que está a ser efetuada nestas marcas não está a ser eficiente, de modo em que o tempo de operação é maior do que a Disponibilidade nas marcas desta tipologia de equipamento.

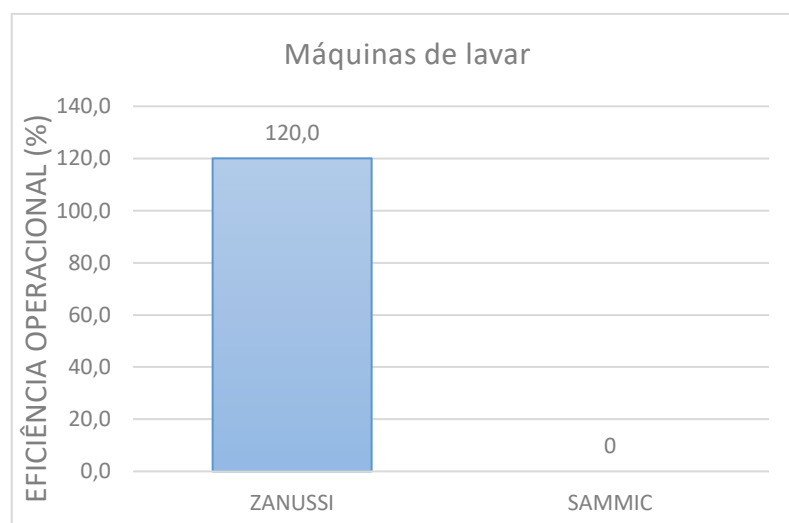


Figura 38 – Eficiência operacional por marca das máquinas de lavar

4.3. Análise de avarias dos equipamentos de F&B

Neste subcapítulo são estudadas as avarias dos equipamentos de F&B, relativamente às quais se procurou efetuar uma análise a nível das intervenções corretivas e uma análise das avarias mais comuns com o objetivo de aferir se realmente existe ou não alguma associação a cada marca.

Para recolher a informação necessária para este estudo, foram analisadas as ordens de trabalho das intervenções realizadas e planeadas para cada ativo inseridas pela equipa de manutenção na plataforma *Infraspeak*.

O intervalo de tempo definido para a recolha da informação foi o mesmo período de dois anos efetuado nos estudos anteriores, ou seja, entre 1 de Janeiro 2021 a 1 de Janeiro de 2023.

4.3.1. Manutenção corretiva

Como já foi referido, foi extraído todos os dados necessários relativos à manutenção corretiva dos equipamentos de F&B, através da plataforma *infraspeak* e em seguida filtrou-se apenas os dados relativos aos equipamentos em estudo.

Por fim, foi realizado a análise dos dados das intervenções de manutenção corretiva dos equipamentos, tal como poderemos constatar nos subcapítulos que se seguem mais abaixo onde é apresentado os seguintes dados: o número total de intervenções, quantidade de intervenções por marca, os seus graus de urgência e a relação existente entre todos estes fatores.

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

A Tabela 12 apresenta o número total de ativos de cada marca do grupo de pequenos domésticos.

Tabela 12- Quantidade de pequenos domésticos por marca

Pequenos domésticos	
Marca	Quantidade
Sammic	13
Zanussi	4
Sopaco	2
Kenwood	2
Fiamma	1
Total de equipamentos	22

Os pequenos domésticos (utensílios de cozinha) apresentam um total de 22 ativos e de 18 reparações, onde na sua maioria são de grau emergente (11), 4 são de grau urgente e nenhuma com grau de urgência normal. A Sammic foi a marca que arrecadou maior número de intervenções comparativamente com as outras marcas. A marca Sopaco foi a que registou menos intervenções tendo um registo de 0, como se pode verificar mais abaixo na Tabela 13.

Uma vez que, a marca Sammic possui a maioria dos ativos desta categoria de equipamento (12), compreende-se as 11 avarias registadas em 2 anos, podendo até se relativizar este número. De realçar o excelente resultado da marca Sopaco que conta com 2 ativos nesta categoria de equipamentos e obteve um registo de 0 intervenções.

Tabela 13 - Intervenções corretivas nos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Grau de urgência				
Marca	Normal	Urgente	Emergente	Total
Sammic	0	2	9	11
Zanussi	0	1	3	4
Sopaco	0	0	0	0
Kenwood	0	0	1	1
Fiamma	0	1	1	2
Total	0	4	14	18

Grandes domésticos da zona de frios

A Tabela 14 apresenta o número total de ativos de cada marca do grupo grande doméstico da zona de frio.

Tabela 14- Quantidade de grande doméstico da zona de frio por marca

Grandes domésticos da zona de frios	
Marca	Quantidade
Sammic	13
Zanussi	23
Kenwood	12
Total de equipamentos	48

Esta categoria de equipamentos é a que apresenta o maior número de ativos cerca de 48 e foram registadas no total 49 reparações, onde na sua maioria são emergentes (31), 12 urgentes e 4 normais. É também a categoria de equipamento que mais avarias apresenta em estudo, o que a torna a mais crítica.

No entanto, como este tipo de equipamento dispõe de um total de 48 ativos, o maior de todas as categorias, ajuda já que não tem um número alarmante de reparações, sendo este número de reparações proporcional à quantidade de ativos existentes.

Destaque para a marca Zanussi que detém o maior número de intervenções nesta categoria de equipamento, o que se compreende, pois, também é a marca que detém mais ativos (23) nesta

categoria. Já a marca Kenwood é a que apresenta o menor número de reparações, sendo esta responsável por 12 ativos desta categoria. Em relação à marca Sammic que apresenta 13 ativos nesta categoria de equipamento, é também a que apresenta um menor número de intervenções emergentes, tal como podemos constatar na Tabela 15 mais abaixo.

Tabela 15 - Intervenções corretivas nos Grandes domésticos da zona de frios

Grau de urgência				
Marca	Normal	Urgente	Emergente	Total
Sammic	3	6	6	15
Zanussi	1	5	17	23
Kenwood	0	1	10	11
Total	4	12	31	49

Grandes domésticos da zona quente

A Tabela 16 apresenta o número total de ativos de cada marca do grupo grande doméstico da zona quente.

Tabela 16 - Quantidade de grande doméstico da zona quente por marca

Pequenos domésticos	
Marca	Quantidade
Sammic	2
Zanussi	13
Sopaco	1
Fiamma	2
Total de equipamentos	18

Para a categoria de equipamento em questão que possui no total 18 ativos, foram registadas no seu somatório 30 reparações, o que torna esta categoria de equipamento a mais preocupante em comparação com as outras, embora não seja a detentora do maior número de reparações.

Merece destaque a marca Zanussi que tem 13 ativos, o maior nesta categoria de equipamento e a que possui maior número de intervenções. A marca Sopaco é a que apresenta menor número de intervenções, tendo esta a participação de 1 ativo apenas, a menor participação de marcas nesta categoria.

As marcas Sammic (3 ativos) e Sopaco são as marcas que menos intervenções emergentes obtiveram, já a marca Zanussi obteve o maior número de intervenções emergentes, tal como podemos verificar na Tabela 17 mais abaixo.

Tabela 17 - Intervenções corretivas nos Grandes domésticos da zona quente

Marca	Grau de urgência			Total
	Normal	Urgente	Emergente	
Sammic	2	0	1	3
Zanussi	4	1	12	17
Sopaco	0	1	1	2
Fiamma	1	1	6	8
Total	7	3	20	30

Deste modo, não sendo alarmante, mas efetivamente comparando com as outras categorias de equipamento é a categoria que mais intervenções foi registada tendo em conta o número total de ativos que dispõe e por isso existe espaço a melhorar em relação aos seus desempenhos, através por exemplo da redução da periodicidade entre ações de manutenção preventiva.

Contudo, uma outra opção seria apostar menos na marca Zanussi e Fiamma, pois esta última que tem uma participação de 2 ativos, os mesmos que a marca Sammic, obteve um maior número de reparações (8) e apostar nas outras marcas (Sammic e Sopaco) para compras futuras deste tipo de ativo.

Máquinas de lavar

A Tabela 18 apresenta o número total de ativos de cada marca do grupo Máquinas de lavar.

Tabela 18 - Quantidade de máquinas de lavar por marca

Máquinas de lavar	
Marca	Quantidade
Sammic	6
Zanussi	2
Total de equipamentos	8

Por fim, este equipamento que se apresenta com a marca Zanussi (total de 6 ativos) e Sammic (total de 2 ativos), soma duas reparações, uma normal e uma emergente, sendo assim a categoria de equipamentos que menos intervenções apresenta, como é possível visualizar na Tabela 19 mais abaixo.

Tabela 19 - Intervenções corretivas nas máquinas de lavar

Marca	Grau de urgência			Total
	Normal	Urgente	Emergente	
Sammic	0	0	0	0
Zanussi	0	1	1	2
Total	0	1	1	2

4.3.2. Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos equipamentos

Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Em relação a este equipamento, foram registadas um total de 18 reparações, as mais comuns foram a fuga de óleo na fritadeira Sammic e as fritadeiras Sammic e Zanussi não funcionarem. Tendo em conta que esta categoria possui um total de 22 equipamentos, podemos considerar que a quantidade de avarias não é elevada para o intervalo de tempo em estudo. A Tabela 20 mostra o tipo de avarias que ocorrem nos Pequenos domésticos.

Tabela 20 - Tipo de avarias nos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)

Avarias	
A máquina de descascar batatas tem a lixa gasta.	1
A máquina de descascar batatas está com o veio solto.	1
O esgoto da máquina de descascar batatas está entupido.	1
A máquina de vácuo necessita de óleo.	1
A máquina de vácuo não está a selar.	1
A máquina robot coupe não funciona.	1
A fritadeira de óleo Sammic está com fuga.	2
A fritadeira de óleo Fiamma com fuga de óleo.	1
A fritadeira de óleo Fiamma não está a funcionar.	2
A máquina de vácuo não funciona.	1

Tabela 20 - Tipo de avarias nos Pequenos domésticos (utensílios de cozinha) (cont.)

A fritadeira de óleo Sammic não está a funcionar.	1
A fritadeira de óleo basculante (Zanussi) não liga.	2
A batadeira Sammic está a fazer ruído.	1
A legumeira está em curto-circuito.	1
A corrente da torradeira Sammic deixou de funcionar.	1

Grandes domésticos da zona de frios

Para esta categoria de equipamento foram realizadas 49 reparações, as mais comuns foram a máquina de gelo não estar a fazer gelo (14 vezes registada), o segundo maior registo foi da unidade de frio nº 15 estar a fazer temperaturas altas (3 vezes registada), seguido de a unidade de frio nº16 estar a fazer temperaturas altas e a unidade de frio nº10 estar a desligar o quadro elétrico, registando-se para estas duas últimas um total de duas ocorrências.

Tendo em conta que esta categoria possui um total de 48 equipamentos, podemos considerar que a quantidade de avarias não é elevada para o intervalo de tempo em estudo. A Tabela 21 mostra o tipo de avarias que ocorrem nos Grandes domésticos da zona de frios.

Tabela 21 - Tipo de avarias nos Grandes domésticos da zona de frios

Avarias	
O trinco da porta da unidade de frio nº 10 está partido.	1
A unidade de frio nº 10 desliga quadro elétrico.	2
A unidade de frio nº 14 está a fazer um ruído no motor.	1
A unidade de frio nº 15 está a fazer temperaturas altas.	3
A unidade de frio nº 16 está a fazer temperaturas altas.	2
A unidade de frio nº 20 tem o fio solto.	1
A unidade de frio nº 20 tem o fio solto.	
A unidade de frio nº 21 não está a trabalhar corretamente.	1
A unidade de frio nº 25 está a fazer temperaturas altas.	1

Tabela 21 - Tipo de avarias nos Grandes domésticos da zona de frios (cont.)

A unidade de frio nº 25 está com a lâmpada fundida.	1
As borrachas das portas da unidade de frio nº 25 estão danificadas, necessitam de ser substituídas.	1
Câmara da unidade de frio nº 25 colocar fita proteção de frio.	1
A porta da unidade de frio nº 28 caiu.	1
A unidade de frio nº 29 não está a funcionar	1
A unidade de frio nº 34 não está a funcionar.	1
A máquina de gelo (cozinha) está com o termóstato avariado.	1
A máquina de gelo (cozinha) não está a fazer gelo.	14
A máquina de gelo New Yorker não está a fazer gelo.	2
Fuga de água na máquina de gelo New Yorker (bar).	3
A câmara de fruta está a fazer temperatura altas.	3
A câmara de laticínios está a fazer temperaturas altas.	1
A câmara da pastelaria está a fazer temperaturas muito altas.	3
Câmara de carnes está a fazer altas temperaturas.	1
A câmara de peixe está com um problema elétrico.	1
As portas da câmara de peixe não fecham corretamente.	1

Grandes domésticos da zona quente

Somando na totalidade 18 ativos e 30 intervenções, esta categoria de equipamento apresenta como avarias mais comuns as que se vai citar de seguida por ordem decrescente: o forno grande Zanussi não funcionar (5 registos) e a roda quente das estufas do *Show Cooking* não estar a funcionar (3 registos). Tendo em conta que o número de intervenções é maior que o número de ativos, podemos considerar que a quantidade de avarias é alarmante mas não exagerada para um intervalo de tempo de estudo de 2 anos. Ainda assim de todas as categorias de equipamento estudadas é a que apresenta pior registo. A Tabela 22 mostra o tipo de avarias que ocorrem nos Grandes domésticos da zona quente.

Tabela 22- Tipo de avarias nos Grandes domésticos da zona quente

Avarias	
Grelhador Sammic não funciona.	1
Painel de cobre do fogão <i>Show Cooking</i> está novamente descolado	1
Fogão <i>Show Cooking</i> não está a trabalhar	1
Fogão do <i>Show Cooking</i> tem a grelha partida	1
Piloto do fogão de <i>Show Cooking</i> não funciona	1
Forno da pastelaria desliga sozinho	1
Forno grande Fiamma não funciona	1
Forno da pastelaria não funciona	2
Forno grande Zanussi não funciona	5
Forno pequeno Fiamma desliga sozinha	1
Sonda do Forno grande Zanussi não funciona	1
Luz do forno novo está fundida	1
Borracha do forno pequeno está em mau estado de conservação.	1
Interior do forno está com a solda partida o que leva à queda de tabuleiros.	1
Fecho da porta do forno pequena partida.	1
Forno não tem o aviso de fim de cozedura a funcionar.	1
Forno grande Sammic não tem as ventoinhas a funcionar	1
Piloto do forno a lenha não funciona.	2
Resistência e lâmpadas da estufa do <i>Show Cooking</i> estão em curto-circuito.	1
Roda quente das estufas do <i>Show Cooking</i> não está a funcionar.	3
Estufa do <i>Show Cooking</i> está com roda partida.	1
Salamandra não funciona.	1

Máquinas de lavar

Ao efetuar um levantamento global do período e o facto de existirem apenas 8 equipamentos deste tipo faz com que as duas avarias existentes não sejam motivo de preocupação. A Tabela 23 mostra o tipo de avarias existentes nas máquinas de lavar.

Tabela 23- Tipo de avarias nas máquinas de lavar

Avarias	
A máquina de lavar de túnel não está a deitar água.	1
Na máquina de lavar de túnel a função de secar não está a funcionar corretamente	1

5. CONCLUSÃO

Para terminar, neste capítulo elaborou-se uma conclusão correspondente à última fase da metodologia utilizada, referente à exposição dos resultados obtidos e se os objetivos traçados inicialmente foram cumpridos. Do trabalho desenvolvido resumiu-se todos os resultados e conclusões tiradas à cerca do mesmo, finalizando a o capítulo falando das limitações e dos trabalhos futuros.

5.1. Conclusões finais

Ao longo da realização deste trabalho, foi possível enriquecer e consolidar conhecimentos na área da manutenção e para isso, contribuiu muito a análise feita na revisão bibliográfica onde foi possível tomar contacto com diversos estudos práticos relacionados com as mais diversas áreas da manutenção, permitindo assim criar uma base de sustentação para o trabalho a seguir desenvolvido no caso de estudo prático proposto.

Ao aliar os conhecimentos adquiridos anteriormente foi possível desenvolver o caso de estudo prático que abordou os mais diversos conteúdos, desde a criticidade dos equipamentos, indicadores de desempenho e manutenção corretiva.

O trabalho teve como foco várias categorias de equipamento com diferentes marcas e através da base de dados recolhida, foi possível encontrar aqueles que mais garantias dariam para um desempenho e eficiência superior no futuro. Para uma melhor explicação dos resultados obtidos, dos objetivos traçados inicialmente deste trabalho é apresentado na Tabela 24 o retrato dos mesmos.

Tabela 24 - Resultados obtidos dos objetivos traçados inicialmente

Objetivo	Resultado
Conhecer os equipamentos em estudo e avaliá-los quanto às suas criticidades.	Cumprido
Verificar a relação entre o tempo médio de vida dos equipamentos e a sua taxa de utilização;	Não cumprido
Analisar os indicadores de manutenção (KPI), tais como o Tempo médio entre avarias (MTBF), o Tempo médio das reparações (MTTR) e a Disponibilidade (%) e Eficiência Operacional (%) dos equipamentos do departamento de F&B, em função da categoria e marca dos equipamentos em estudo;	Cumprido
Quantificar o número médio de avarias dos ativos, logo a necessidade de mais ou menos intervenções de manutenção por marca dos equipamentos em estudo;	Cumprido
Constatar o papel das intervenções de manutenção preventiva na duração média de vida dos equipamentos;	Não cumprido
Tipificar e quantificar as avarias mais comuns dos equipamentos.	Cumprido

Na tabela 25 encontram-se resumidas as conclusões obtidas para cada categoria de equipamento e a síntese dos resultados obtidos para as diferentes marcas de cada categoria.

Tabela 25 - Conclusões por categoria de equipamento

Categoria de equipamento	Conclusões
Pequenos domésticos (utensílios de cozinha)	<p>Nesta categoria de equipamento com um total de 22 ativos, destaca-se a marca Sammic que detém a maior percentagem de equipamentos desta categoria, contabilizando um total de 12 equipamentos. Esta categoria de equipamento tem um valor médio de criticidade de 3 (Normal). De acordo com a análise dos indicadores de desempenho das diferentes marcas podemos destacar que a marca Zanussi é quem apresenta os melhores resultados nesta categoria de equipamento, com um MTBF de 358 dias, um MTTR de 6,8 dias e consequentemente obtém um ótimo valor de disponibilidade de 98,1%. Como não poderia deixar de ser a eficiência operacional regista uma percentagem de 101,9%. No que diz respeito às avarias nesta categoria de equipamento, regista-se 18 avarias e destaca-se a marca Sammic com o maior número de avarias, cerca de 11 registadas. Pode-se concluir que a marca Zanussi é a marca que melhor desempenho apresentou neste intervalo de tempo em estudo.</p>
Grandes domésticos da zona de frios	<p>Analisando esta categoria de equipamento com um total de 48 ativos, destaca-se a marca Zanussi que detém a maior percentagem de equipamentos desta categoria, contabilizando um total de 23 equipamentos. Esta categoria de equipamento tem um valor médio de criticidade de 2 (Urgente). De acordo com a análise dos indicadores de desempenho das diferentes marcas podemos destacar que a marca Kenwood é quem apresenta os melhores resultados nesta categoria de equipamento, com um MTBF de 528,5 dias, um MTTR de 2,4 dias e consequentemente obtém um excelente valor de disponibilidade de 99,5%. Como não poderia deixar de ser a eficiência operacional regista uma percentagem de 100,5%. No que diz respeito às</p>

avarias nesta categoria de equipamento, regista-se 49 avarias e destaca-se a marca Zanussi com o maior número de avarias, cerca de 23 registadas. Pode-se concluir que a marca Kenwood é a marca que melhor desempenho apresentou neste intervalo de tempo em estudo.

Grandes domésticos da zona quente

Em suma, nesta categoria de equipamento com um total de 18 ativos, destaca-se a marca Zanussi que detém a maior percentagem de equipamentos desta categoria, contabilizando um total de 13 equipamentos. Esta categoria de equipamento tem um valor médio de criticidade de 2 (Urgente). De acordo com a análise dos indicadores de desempenho das diferentes marcas podemos destacar que a marca Sopaco no seu global é quem apresenta os melhores resultados nesta categoria de equipamento, com um MTBF de 239,3 dias, um MTTR de 4,0 dias e consequentemente obtém um excelente valor de disponibilidade de 99,5%. Como não poderia deixar de ser a eficiência operacional regista uma percentagem de 100,5%. Deixar só uma nota para a marca Sammic que possui um valor de MTBF melhor que a Sopaco mas que depois acaba por ter um valor de MTTR superior ao da Sopaco e consequentemente no seu global acaba por perder. No que diz respeito às avarias nesta categoria de equipamento, regista-se 30 avarias e destaca-se a marca Zanussi com o maior número de avarias, cerca de 17 registadas. Pode-se concluir que a marca Sopaco é a marca que melhor desempenho apresentou neste intervalo de tempo em estudo.

Máquinas de lavar

Para esta categoria de equipamento com um total de 8 ativos, destaca-se a marca Zanussi que detém a maior percentagem de equipamentos desta categoria, contabilizando um total de 6 equipamentos. Esta categoria de equipamento tem um valor médio de criticidade de 2 (Urgente). De acordo com a análise dos indicadores de desempenho das

diferentes marcas podemos destacar que a marca Zanussi por ser a única a apresentar reparações é quem apresenta os melhores resultados nesta categoria de equipamento, com um MTBF de 304,1 dias, um MTTR de 60,9 dias e conseqüentemente obtém um bom valor de disponibilidade de 83,3%. Como não poderia deixar de ser a eficiência operacional regista uma percentagem de 120%. No que diz respeito às avarias nesta categoria de equipamento, regista-se apenas 2 avarias e destaca-se a marca Zanussi com o maior número de avarias, cerca de 2 registadas. Pode-se concluir que a marca Zanussi é a marca que melhor desempenho apresentou neste intervalo de tempo em estudo, muito por culpa de não haver registos de reparações da marca Sammic.

5.2. Limitações e trabalhos futuros

No futuro seria interessante dar continuidade aos objetivos propostos inicialmente e que por razões burocráticas e logísticas não foram possíveis de se cumprir.

Para este caso de estudo foi proposto estudar o ciclo de vida dos equipamentos, constatar o papel das intervenções de manutenção preventiva na duração média de vida dos equipamentos e o estudo de posse dos equipamentos (LCC), que ao carecerem de informação sobre as intervenções realizadas por equipamento, não foi possível cumprir e dar uma resposta para cada um deles.

Futuramente pode se aplicar este trabalho desenvolvido à informação reunida do conteúdo em falta anteriormente mencionado para reforçar e dar mais garantias na tomada de decisão, nas futuras aquisições de equipamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFNOR FD X60-000. (2003). *Normes nationales et documents normatifs nationaux*.
- Alves, L., Lopes, H., Constantino de, V., Carlo, G., Martins, R., Pereira Gomes, H., Augusto de, D., & Telles, P. (2019). *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento - RC: 40382 - ISSN: 2448-0959. 01(11)*. <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-de-producao/manutencao-industrial>
- Batista Da Silva, E., & Ferreira, A. (2018). *Gestão de serviços-Volume 2 Superação na Cozinha: Curso de capacitação em Gastronomia para pessoas em condição de vulnerabilidade social View project Parques tecnológicos no Paraná e desenvolvimento regional View project*. <https://www.researchgate.net/publication/322527146>
- Cabral, J. P. (2006). *Organização e gestão da manutenção: Vol. ISBN:97897277574407* (Lidel, Ed.; 5. Lisboa).
- Caixeta, L., & Maia, C. (2021). *Implantação da Manutenção Autônoma em uma Linha de envase de uma indústria de bebidas Game theory View project Production and strategy View project*. <https://www.researchgate.net/publication/355158878>
- Choi, J. (2019). Strategy for reducing carbon dioxide emissions from maintenance and rehabilitation of highway pavement. *Journal of Cleaner Production, 209*, 88–100. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.226>
- 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>
- Freitas, M. J. de S. , & Filho, N. de S. R. (2005). *Custos de manutenção: competência e racionalidade na gestão de recursos objetivando maior competitividade*.
- Gomes, M. C., Ferreira Costa, T., César, P., & Andrade, R. (2019). *Revista da Universidade Vale do Rio Verde | v. 17 | n. 1 | jan./jul. 1*.
- Gong, J., Luo, Y., Qiu, Z., & Wang, X. (2022). Determination of key components in automobile braking systems based on ABC classification and FMECA. *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 9(1)*, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2019.01.008>
- Gulati, R. (2012). *Gulati, R. (2012). Maintenance and Reliability Best... - Google Acadêmico*. https://scholar.google.com/scholar?hl=pt-PT&lr=lang_pt&as_sdt=0%2C5&q=Gulati%2C+R.+%282012%29.+Maintenance+and+Reliability+Best+Practices.+&btnG=
- Johansson, P., & Nilsson, J. E. (2004). An economic analysis of track maintenance costs. *Transport Policy, 11(3)*, 277–286. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.12.002>
- Kang, N., Zhao, C., Li, J., & Horst, J. A. (2016). A Hierarchical structure of key performance indicators for operation management and continuous improvement in production systems. *International Journal of Production Research, 54(21)*, 6333–6350. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1136082>
- Kelly, A. (1989). Maintenance and its management. *Conference Communication, London*.
- Khairy A. H. Kobbacy, & D. N. Prabhakar Murthy. (2008). *Springer Series in Reliability Engineering* (Springer). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-1-84800-011-7.pdf>
- Kumar, N. S. H., Manjunath, C., John, R. P., Chand, R. P., Madhusudhana, S., & Venkatesha, B. K. (2021). Reliability, availability and maintainability study of 6.5 cubic meters shovel and 60 tone dumper in a surface limestone mine. *Materials Today: Proceedings, 54*, 199–204. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.08.292>
- Márquez, A. C. (2007). *The maintenance management framework: Models and methods for complex systems maintenance* (Springer, Ed.).

- 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>
- Mendes, W., Maurilio, A., & Mendes, W. (n.d.). Qualidade no Processo Produtivo: Um Estudo Sobre a Prevenção e Recuperação de Falhas em Máquinas e Equipamentos. *Revista Eletrônica Multidisciplinar - Facear*.
- Monchy, F. (1989). *A Função Manutenção - Formação para a Gerência da Manutenção Industrial* (L. Durban, Ed.).
- Moubray John. (1997). *Reliability-Centered-Maintenance-II*. <http://www.irantpm.ir/wp-content/uploads/2013/11/Reliability-Centered-Maintenance-II.pdf>
- Muchiri, P. N., Pintelon, L., Martin, H., & de Meyer, A. M. (2010). Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries. *International Journal of Production Research*, 48(20), 5905–5924. <https://doi.org/10.1080/00207540903160766>
- Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., & Martin, H. (2011). 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>
- NP EN 13306:2021. (2021). *Maintenance — Maintenance Terminology* (BSI Standards Publication, Ed.).
- Olanrewaju, A., & Ooi, Y. L. (2022). Determinants of Maintenance Cost of Hospital Buildings: An Artificial Neural Network Approach. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1067(1), 012083. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1067/1/012083>
- Oliveira, M., Lopes, I., & Rodrigues, C. (2016). Use of Maintenance Performance Indicators by Companies of the Industrial Hub of Manaus. *Procedia CIRP*, 52, 157–160. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.07.071>
- Paulo Samuel de Almeida. (2014). *Manutenção Mecânica Industrial Conceitos Básicos e Tecnologia Aplicada - PAULO SAMUEL DE ALMEIDA - Google Livros*. https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=lang_pt&id=sLZiDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=conceito+de+manuten%C3%A7%C3%A3o&ots=0XuncTMTWv&sig=jy5ygo4GsUFW9kuhRX1Nf5J2qco&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Pinto, G. F. L., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Casais, R. B., Fernandes, A. J., & Baptista, A. (2019). 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>
- Qiao, Y., Santos, J., Stoner, A. M. K., & Flinstch, G. (2020). Climate change impacts on asphalt road pavement construction and maintenance: An economic life cycle assessment of adaptation measures in the State of Virginia, United States. *Journal of Industrial Ecology*, 24(2), 342–355. <https://doi.org/10.1111/jiec.12936>
- Roberto, C., & Lima, C. (2014). *Análise dos Custos de Manutenção e de Não-manutenção de Equipamentos Produtivos Cost Analysis of Maintenance and Non-Maintenance Policies for Productive Equipments*. <https://www.researchgate.net/publication/237733545>
- Shohet, I. M. (2006). Key Performance Indicators for Strategic Healthcare Facilities Maintenance. *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, 132. <https://doi.org/10.1061/ASCE0733-93642006132:4345>
- Smith, A. M., & Hinchcliffe, G. R. (2004). *RCM-GATEWAY TO WORLD CLASS MAINTENANCE*. www.bh.com
- Souza, J., Sacomano, J. B., Kyrillos, S. L., & Milreu, F. J. S. (2012). Indicadores de desempenho da função manutenção: um enfoque em aciarias brasileiras. *GEPROS. Gestão Da Produção, Operações e Sistemas, Ano 7, Nº 3, Jul-Set/2012, p. 75-89*.
- Team, I. (2022). *Manutencao_5_0_Infraspeak*. *Infraspeak Blog*. https://2767973.fs1.hubspotusercontent-na1.net/hubfs/2767973/Files%20to%20Download/PT/Manutencao_5_0_Infraspeak.pdf

- Technology, E. (2020). *MAINTENANCE KEY PERFORMANCE INDICATORS*.
- Vicente, B., Hermosilla, J., Corvello, F., Silva, E., & Barbalho, S. (2021, October 30). *CUSTOS DA MANUTENÇÃO: IMPLEMENTAÇÃO E GESTÃO DA TÉCNICA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA CHECKLIST E SEUS IMPACTOS*.
https://doi.org/10.14488/enegep2021_tn_sto_354_1822_42757
- Visser, J. K., & Pretorius, M. W. (2003). The development of a performance measurement system for maintenance. *SA Journal of Industrial Engineering*, 83–97.
- Yang, L., Liu, Q., Xia, T., Ye, C., & Li, J. (2022). Preventive Maintenance Strategy Optimization in Manufacturing System Considering Energy Efficiency and Quality Cost. *Energies*, 15(21), 8237. <https://doi.org/10.3390/en15218237>
- Yoshitake, M. (1995). *GESTÃO DE CUSTOS DO CICLO DE VIDA DE UM ATIVO. II Congresso Brasileiro de Gestão Estratégica de Custos*.