



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

ANA RITA LANÇÃO DA SILVA CARVALHO

(Licenciada em Engenharia Civil)

Trabalho final de mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na

Área de Especialização de Edificações

Orientador:

Licenciado Especialista João António Antunes Hormigo

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva

Licenciado Especialista João António Antunes Hormigo

Dezembro de 2019

Resumo

A manutenção é, cada vez mais, um elemento decisivo na gestão dos edifícios e constitui um peso importante nos custos, durante o ciclo de vida. Atualmente a manutenção existe para que não ocorra a manutenção corretiva não planeada, o trabalho do pessoal da manutenção deve ser evitar falhas e não corrigi-las. Como tal torna-se necessário o planeamento da mesma, a adoção de políticas de manutenção claras e objetivas, e a sensibilização dos utilizadores do edifício para esta temática.

A solução passa pela implementação de um sistema de gestão de edifícios, que controle as operações de manutenção, para tal é essencial ter acesso a toda a informação relativa ao edifício, planos de manutenção e procedimentos a adotar, e o registo do histórico de todas as intervenções realizadas.

O presente trabalho final de mestrado visa uma análise da gestão da manutenção de edifícios.

Este trabalho pretende inicialmente abordar a manutenção de edifícios caracterizando os tipos e modelos da mesma, e de que forma é que a manutenção se relaciona com a Gestão de Facilities (Facility Management).

Seguidamente será alvo de desenvolvimento a gestão da manutenção de edifícios, onde será abordado o papel do gestor, os principais objetivos, indicadores e o sistema de gestão da manutenção.

O trabalho termina com a abordagem a dois temas:

- Internet das coisas aplicada a edifícios,
- Realidade aumentada para uma maior eficiência da gestão da manutenção.

Palavras-chave:

Manutenção, Gestão da manutenção de Edifícios,

Internet das Coisas, Realidade aumentada

Abstract

Maintenance is increasingly a decisive element in building management and a major cost burden over the life cycle of the building. Maintenance is currently being carried out so that unplanned corrective maintenance does not occur; the main goal of maintenance personnel is to avoid failures and not correct them. So it becomes necessary the planning of maintenance, the adoption of clear and objective maintenance policies and the awareness of the building users about this theme.

The solution involves the implementation of a building management system that controls maintenance operations, so it is essential to have access to all building information, maintenance plans and procedures to be adopted, and a history record of all interventions performed.

This master's final work aims at an analysis of building maintenance management.

This work intends initially to address the maintenance of buildings characterizing the types and models currently adopted, and how the maintenance is related to Facility Management.

Subsequently, the building maintenance management will be developed, and the manager's role, the main objectives to fulfill, indicators and the maintenance management system will be addressed.

The final chapters approach two themes:

- Internet of things applied to buildings,
- Augmented reality for greater maintenance management efficiency.

Key words:

Facility Management, Maintenance Management,
Internet of Things, Augmented Reality

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao professor João Hormigo, a disponibilidade demonstrada para a orientação deste trabalho, por todo o conhecimento transmitido, esclarecimento de dúvidas e fornecimento de documentação necessária à realização do mesmo.

Aos meus pais que possibilitaram a realização deste percurso académico, por todo o apoio prestado ao longo do mesmo.

Por fim agradecer às minhas colegas e amigas, Anabela, Bruna e Íris, que me acompanharam durante o curso, com quem aprendi, partilhei dúvidas e criei memórias.

Índice

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Estrutura e Organização da Dissertação	2
2. Manutenção de Edifícios.....	5
2.1. Manutenção.....	5
2.2. Evolução da Manutenção	6
2.3. Gestão estratégica da manutenção.....	10
2.4. Tipos de Manutenção.....	11
2.4.1. Manutenção corretiva	12
2.4.2. Manutenção preventiva	13
2.4.3. Manutenção preditiva.....	14
2.4.4. Manutenção detetiva.....	15
2.4.5. Engenharia da Manutenção.....	16
2.5. Importância da manutenção aplicada a edifícios.....	16
2.6. Modelos de Manutenção	17
2.7. Gestão de Facilities	18
2.8. Enquadramento Legal.....	24
3. Gestão da Manutenção de Edifícios	27
3.1. Gestor de edifícios.....	28
3.2. Objetivos da gestão da manutenção de edifícios	31
3.3. Indicadores da gestão da manutenção de edifícios	31
3.3.1. Quadro de Bordo	34
3.4. Benchmarking	34
3.4.1. Resultados do Benchmarking.....	35
3.4.2. Processo de Benchmarking.....	36
3.4.3. Aplicação de Benchmarks a edifícios.....	40
3.5. Sistema de gestão da manutenção de edifícios	41
3.5.1. Cadastro do edifício	41
3.5.2. Especialidades da área técnica	42
3.5.3. Planos de manutenção e procedimentos	43

3.5.4. Registo do Histórico	43
3.5.5. Modelos de gestão da manutenção	43
3.5.6. Sistemas informatizados de gestão de edifícios	47
3.5.7. Sistema de gestão da energia de edifícios (EMS)	54
3.6. Internet das coisas	55
3.6.1. Introdução.....	55
3.6.2. Aplicação da Internet das coisas a edifícios	56
3.6.3. Benefícios decorrentes da Internet das coisas.....	58
3.7. Realidade aumentada para maior eficiência da gestão da manutenção	59
3.7.1. Introdução.....	59
3.7.2. Aplicação da realidade aumentada à manutenção.....	60
4. Conclusões	63
4.1. Considerações finais.....	63
4.2. Desenvolvimentos Futuros.....	65
Referências Bibliográficas.....	67
Bibliografia Consultada.....	69

Índice de Figuras

Figura 1: Evolução da manutenção.....	6
Figura 2: Modelo de Gestão de Facilities	23
Figura 3: Gestão técnica de edifícios: áreas de intervenção	28
Figura 4:Classificação dos Tipos de Benchmarking.....	34
Figura 5:Principais Rácios medidos na avaliação do desempenho do FM.....	35
Figura 6: Seleção do tipo de manutenção no RCM.....	45
Figura 7: Programa de gestão de edifícios: painel Geral.....	50
Figura 8: Programa de gestão de edifícios: equipamentos	50
Figura 9: Programa de gestão de edifícios: ordem de Trabalho.....	51
Figura 10: Programa de gestão de edifícios: criação de indicadores de manutenção .	52
Figura 11: Programa de gestão de edifícios: manutenção efetuada.....	53
Figura 12: Programa de gestão de edifícios: novo pedido	53
Figura 13: Internet das coisas.....	55
Figura 14: Equipamento de realidade aumentada.....	59
Figura 15: Aplicação da realidade aumentada à manutenção.....	60

Índice de Quadros

Quadro 1: Unidade e Sistema de Elevado Desempenho: características qualitativas ...	9
Quadro 2: Conteúdo das normas que constituem a EN 15221	25
Quadro 3: Principais características do TPM	44
Quadro 4: Exemplos práticos da Internet das Coisas.....	57

Lista de abreviaturas

EMS	Energy Management System
IdC	Internet das Coisas
IEE	Índice de Eficiência Energética
KPI	Key Performance Indicators
MTBF	Tempo médio entre avarias
MTTR	Tempo médio para reparar
MWT	Tempo médio de espera
QAI	Qualidade do ar interior
RA	Realidade Aumentada
RBM	Reliability Based Maintenance
RCM	Reliability Centered Maintenance
SLA	Service Level Agreements
TPM	Total Productive Maintenance
UED	Unidades e Sistema de Elevado Desempenho

1. Introdução

1.1. Enquadramento

O presente documento foi desenvolvido no âmbito do Trabalho Final de Mestrado do Curso de Engenharia Civil, na área de especialização de Edificações. Trata-se de uma dissertação que aborda o tema da gestão da manutenção de edifícios, com a aplicação das mais recentes normas europeias.

Numa primeira fase na dissertação é caracterizada a noção de manutenção, esta que é o mote para o desenvolvimento do assunto da gestão da manutenção. Deste modo é exposto as definições do conceito, de que forma é que esta surgiu e quais os progressos que sofreu, fruto do desenvolvimento da sociedade.

Nas secções subsequentes são expostos os principais objetivos a atingir com a dissertação, e a forma como esta está organizada e estruturada.

1.2. Objetivos

A presente dissertação tem como objetivo principal desenvolver os princípios, conceitos e objetivos referentes à gestão da manutenção de edifícios. Para isso, inicialmente são apresentados alguns dos pontos referentes a esta matéria, como o papel do gestor do edifício e os objetivos associados à gestão da manutenção de edifícios.

Como forma de auxiliar a melhoria do desempenho das organizações é abordado no trabalho o processo de “Benchmarking”, este que permite comparar o desempenho com o de edifícios idênticos, organizações ou operações, identificando e adotando as melhores práticas e processos.

A implementação de um sistema informatizado de gestão de edifícios possibilita o controlo das operações e atividades relacionadas com a manutenção. No trabalho é caracterizado um programa de gestão de edifícios (software), onde é apresentado as diferentes funcionalidades deste.

De seguida é tratado a aplicação da Internet das coisas (IdC) na gestão da manutenção, esta ferramenta que permite acompanhar em tempo real o que está a suceder no edifício.

Por fim é desenvolvida a aplicação da Realidade Aumentada (RA) na tarefa da manutenção, esta que proporciona uma mais rápida e eficiente resolução de avarias.

De forma sumária o trabalho a desenvolver nesta dissertação pretende atingir as seguintes metas:

- Sistematização e análise de modelos de gestão da manutenção de edifícios
- Exposição de modelos informatizados de gestão de edifícios
- Abordagem à Internet das coisas e a sua aplicação a edifícios
- Análise da realidade aumentada para maior eficiência da gestão da manutenção

1.3. Estrutura e Organização da Dissertação

A dissertação é constituída por 4 capítulos. De seguida são apresentados para os capítulos que fazem parte da dissertação os principais tópicos que vão ser abordados. Estes tópicos destinam-se a sumarizar de forma organizada os subcapítulos a desenvolver.

Consequentemente, os capítulos a desenvolver serão os seguintes:

Capítulo I – Introdução

- Enquadramento da dissertação
- Objetivos da dissertação
- Estrutura da dissertação

Capítulo II – Manutenção de Edifícios

- Manutenção (definição segundo as normas)
- Tipos de Manutenção
- Modelos de Manutenção
- Manutenção e a Gestão de Facilities (Facility Management)

Capítulo III – Gestão da Manutenção de Edifícios

- Objetivos da gestão (enquadramento normativo, objetivos técnicos e económicos)
- Indicadores da gestão de edifícios
- Modelos de gestão da manutenção
- Modelos informatizados de gestão de edifícios
- Internet das coisas aplicada a edifícios
- Realidade aumentada para maior eficiência da gestão da manutenção

Capítulo IV – Conclusões

- Considerações Finais
- Desenvolvimentos Futuros

2. Manutenção de Edifícios

2.1. Manutenção

A Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão, durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou a repô-lo num estado em que possa desempenhar a função requerida (*EN 13306*, 2010).

As ações técnicas compreendem o planeamento, a intervenção e a execução, no caso das administrativas dizem respeito a documentar o plano de manutenção, a execução e o histórico, já as ações de gestão estão relacionadas com a tomada de decisão, melhoria e otimização (Hormigo, 2018).

A atividade de manutenção tem sofrido uma grande evolução, consequência de (Hormigo, 2018):

- Aumento do número e grau de sofisticação das instalações e sistemas, a manter;
- Desenvolvimento de sistemas informatizados de apoio aos sistemas e à gestão da manutenção;
- Incremento da importância da manutenção nas organizações.

Na secção seguinte, secção 2.2., é abordada mais pormenorizadamente a evolução da manutenção, desde os anos 30 até ao presente.

2.2. Evolução da Manutenção

O progresso da manutenção pode dividir-se em três gerações, como apresentado na Figura 1. A 1ª geração é caracterizada pela reparação após falha (manutenção corretiva), na 2ª geração surge o conceito de que as falhas podem ser evitadas (manutenção preventiva) e por fim a 3ª geração em que existe um acompanhamento dos equipamentos (manutenção preditiva). O avanço da manutenção até aos dias de hoje é exposto com mais detalhes de seguida.

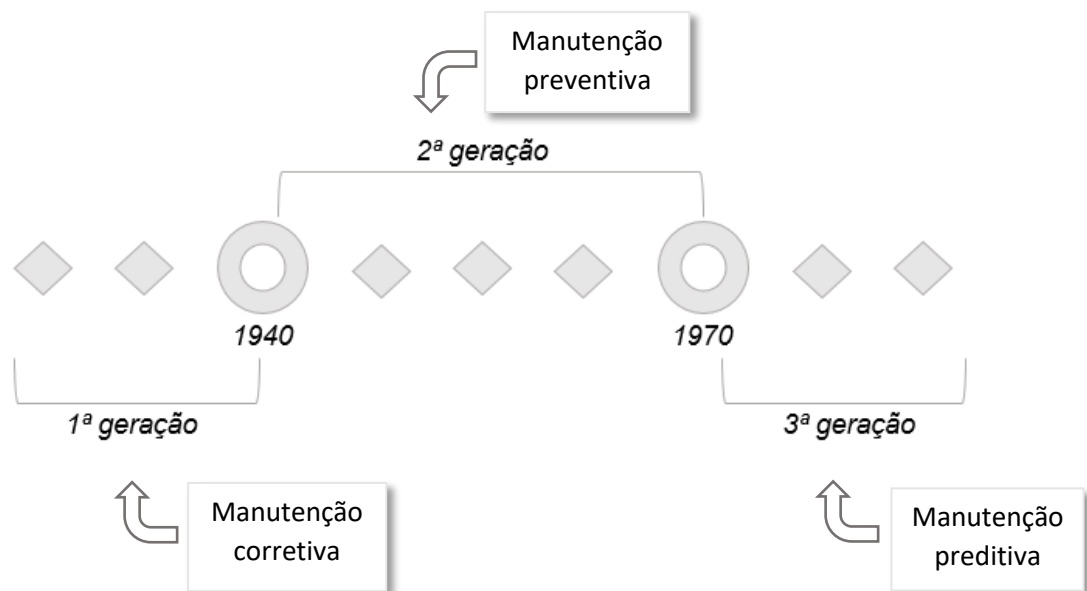


Figura 1: Evolução da manutenção

(Fonte: Autor)

A 1ª geração abrange o período até à segunda Guerra Mundial. A indústria não era altamente mecanizada, como tal os períodos de paralisação à espera de recuperação de falhas não eram muito importantes, ou seja, a questão da produtividade não era prioritária (Moubrey, 1999).

Os equipamentos eram simples e na sua grande maioria sobredimensionados, o que os tornava de confiança e de fácil conserto, não sendo necessária uma manutenção sistemática além de uma simples limpeza, pequenas intervenções e reparações após falha, logo, estamos perante manutenção corretiva (assunto desenvolvido na secção 2.4.1 do presente trabalho).

Durante a segunda Guerra Mundial surgiram mudanças (2ª geração) devido ao aumento da procura de produtos aliado à diminuição da mão-de-obra industrial, que incitou um incremento da industrialização (Moubray, 1999) e (Hormigo, 2018).

Surge a necessidade de maior disponibilidade e de maior produtividade, a indústria dependia do bom funcionamento dos equipamentos, que eram mais numerosos e complexos. Com esta dependência o tempo de paralisação assumiu importância, surgindo a noção de que as falhas nos equipamentos podiam ser evitadas, o que por sua vez, resultou no conceito de manutenção preventiva (assunto desenvolvido na secção 2.4.2 do presente trabalho).

A quantidade de capital investida em ativos, juntamente com o aumento do custo do capital levou ao interesse em incrementar a vida útil dos bens. Nos anos 60, a manutenção consistia em revisões gerais dos equipamentos feitas a intervalos fixos. O custo desta sofreu um crescimento face a outros custos operacionais, o que conduziu ao controlo de manutenção e aos sistemas de planeamento.

A partir dos anos 70 inicia-se a 3ª geração que resulta da aceleração do processo de mudança nas indústrias. A paralisação da produção era uma preocupação generalizada, pois reduzia a capacidade de produção e aumentava os custos, com a consequente perda de competitividade (Hormigo, 2018).

Cresce a automação o que acarreta uma maior dependência de sistemas técnicos, cujas falhas podem interferir nos padrões de qualidade expectáveis e considerados como adquiridos (falhas de energia, e avarias de redes de dados e comunicações são cada vez menos toleradas). Nesta geração reforçou-se o conceito de manutenção preditiva (assunto desenvolvido na secção 2.4.3 do presente trabalho) (Hormigo, 2018).

A fiabilidade, ou seja, a capacidade de um sistema manter o seu funcionamento em circunstâncias de rotina, e também em circunstâncias hostis ou inesperadas, e a disponibilidade tornam-se pontos-chave nesta geração (Hormigo, 2018).

A disponibilidade e a fiabilidade do sistema dependem da correta realização de cada fase (projeto, equipamentos, fabrico, instalação, operação e manutenção).

Na fase de projeto importa realizar o levantamento de necessidades, estabelecer os critérios de projeto, produzir documentos detalhados rigorosos, pois da qualidade do projeto dependem as restantes fases, com consequências no desempenho e nos custos (Hormigo, 2018).

A escolha dos equipamentos deverá considerar a sua adequação ao projeto (correto dimensionamento), a capacidade inerente esperada (através de dados técnicos, TMEF – tempo médio entre falhas), a qualidade, a sua manutenção, e o custo/eficiência. A padronização com outros equipamentos do mesmo projeto ou já existentes na instalação deve ser tida em conta, pois permite reduzir stocks de peças sobresselentes e facilita a operação e a manutenção (Hormigo, 2018).

O fabrico deve incorporar requisitos de modernidade e de fiabilidade. Interessa o histórico do desempenho de equipamentos, para tomada de decisão na fase de aquisição.

A fase de instalação deve estar de acordo com as definições de projeto e com as técnicas adequadas definidas pelo fabricante.

As fases de operação e manutenção têm por objetivo garantir a função dos equipamentos, sistemas e instalações, durante a sua vida útil, mantendo um bom desempenho. Nestas fases são detetadas as deficiências do projeto, da seleção de equipamentos e de instalação.

A não interação entre as fases descritas anteriormente dificulta o desempenho das atividades da manutenção (Hormigo, 2018).

Devido a uma economia global, que induz a busca de maior competitividade, e às crescentes exigências de segurança, saúde e ambiente está a surgir uma nova fase, que procura estabelecer Unidades e Sistemas de Elevado Desempenho (UED). As características qualitativas da Unidade e Sistema de Elevado Desempenho são apresentadas no quadro seguinte, Quadro 1 (Hormigo, 2018).

Quadro 1: Unidade e Sistema de Elevado Desempenho: características qualitativas

Adaptado de: (Hormigo, 2018)

Unidades e Sistema de Elevado Desempenho

- | | |
|-------------------------------------|---|
| – Alto nível de fiabilidade | – De qualidade |
| – Custo de manutenção controlado | – Flexibilidade operacional para satisfação de mercado, com máxima utilização das instalações |
| – Automatização e controlo avançado | – Eficiente energeticamente |
| – Ecologicamente equacionada | – Otimiza o uso da água |
| – Segura | – Alto nível de desempenho |
| – Baixa necessidade de intervenções | |

Para uma implementação de sucesso da UED, são fundamentais as seguintes ações: uso de referências de excelência, elaboração de plano de ação, padrões e procedimentos, que permitam atingir os referenciais estabelecidos, nas diversas fases e aplicação do conceito de UED, de forma integrada e abrangente, desde a fase do projeto até à operação, com a recolha de dados para novos projetos (Hormigo, 2018).

2.3. Gestão estratégica da manutenção

Numa economia globalizada e altamente competitiva, com mudanças rápidas, a manutenção é uma atividade fundamental do “processo produtivo”. A manutenção neste momento existe para que não ocorra a manutenção corretiva não planeada (aborda na secção 2.4.1.2. do presente trabalho), o trabalho do pessoal da manutenção deve ser evitar falhas e não corrigi-las (Hormigo, 2018).

As relações entre as empresas e as suas contratadas na área da manutenção evoluíram numa atitude de parceria, e começa a ser usual a empresa contratada receber um bónus por bom desempenho. Esta mudança estratégica tem reflexo nos resultados da empresa, tais como: aumento da disponibilidade, segurança do pessoal e das instalações, redução de lucros cessantes por inatividade e preservação ambiental (Hormigo, 2018).

A manutenção para ser encarada como estratégica, precisa de estar voltada para os resultados empresariais da organização, que para além de eficiente tem de ser eficaz. Portanto, não basta reparar o equipamento tão rápido quanto possível, mas é preciso principalmente, manter a função do equipamento, reduzindo a probabilidade de falha, com paragem não planeada da produção (Hormigo, 2018).

Eficiência e eficácia são dois conceitos muito utilizados na gestão (Hormigo, 2018):

- A eficiência avalia como se faz. Diz-se que uma operação foi realizada de forma eficiente quando consumiu o mínimo de recursos na obtenção de um determinado resultado.
- A eficácia avalia até que ponto se alcançou um determinado resultado, independentemente da forma como se obteve esse resultado.

Para a gestão, é muito importante ser competitivo em termos de eficiência. Se uma empresa é mais eficiente do que os seus concorrentes, ela consegue normalmente produzir a custos inferiores. Além disso, obtém um grande nível de consistência da sua produção, ou seja, produz produtos homogéneos e perfeitos, o que conduz a um aumento da satisfação dos seus clientes. Por outro lado, a gestão não pode perder de vista o atingimento dos seus objetivos (a eficácia). Portanto de nada serve ser eficiente se não se é eficaz (Hormigo, 2018).

Para definição das metas a atingir na organização, deve adotar-se uma análise comparativa, surgem assim os conceitos de “benchmark” e de “benchmarking”. O primeiro é uma medida, uma referência, um nível de desempenho reconhecido como padrão de excelência para um processo específico, já o segundo é um processo de identificação, conhecimento e adaptação de práticas e processos, para ajudar uma organização a melhorar o seu desempenho (*Hormigo, 2018*).

A liderança por parte de uma organização não é conseguida apenas pela melhoria dos seus indicadores de desempenho (“benchmark”), é preciso evoluir mais rapidamente do que a concorrência, daí a necessidade de comparação com os seus concorrentes. Infelizmente, é comum encontrar indicadores de desempenho de manutenção que medem apenas a sua eficiência, o que é insuficiente para uma empresa moderna. Precisa de ser medido: disponibilidade, fiabilidade, otimização de custos, faturação, segurança, indicadores ambientais e motivação dos colaboradores (*Hormigo, 2018*).

2.4. Tipos de Manutenção

Os diversos tipos de manutenção podem também ser considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição da gestão ou da política global da organização. Embora não haja uniformidade de classificação, são correntemente considerados os seguintes tipos de manutenção (*Hormigo, 2018*):

- Manutenção corretiva não planeada
- Manutenção corretiva planeada
- Manutenção preventiva
- Manutenção preditiva
- Manutenção detetiva
- Engenharia de Manutenção

Nas secções seguintes é feita a abordagem aos diferentes tipos de manutenção que se enunciaram.

2.4.1. Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é aplicada na correção de uma falha ou quando ocorre um desempenho inferior do esperado. Assim, a manutenção corretiva não é necessariamente uma manutenção de emergência.

A ação principal deste tipo de manutenção é portanto corrigir ou restaurar as condições de funcionamento de um equipamento ou sistema (*Hormigo, 2018*).

Pode subdividir-se em dois tipos: manutenção corretiva não planeada e manutenção corretiva planeada. Estes dois tipos de manutenção são abordados no presente trabalho na secção 2.4.1.1. e 2.4.1.2. respetivamente.

2.4.1.1. Manutenção corretiva não planeada

A manutenção corretiva não planeada caracteriza-se pela atuação em facto que já ocorreu (pode ser por falha ou por desempenho inferior ao esperado) de forma aleatória. Esta é mais praticada do que deveria o que tem implicações a nível económico. Uma falha inesperada pode conduzir a perdas de produção, perda de qualidade do produto e elevados custos indiretos de manutenção (*Hormigo, 2018*).

Quando uma empresa tem a maior parte da sua manutenção corretiva do tipo não planeada, o desempenho empresarial não se adequa à competitividade (*Hormigo, 2018*).

2.4.1.2. Manutenção corretiva planeada

A manutenção corretiva planeada tal como a não planeada caracteriza-se pela correção devido a um desempenho inferior ou ocorrência de falha, com a diferença que nesta existe um acompanhamento preditivo ou uma decisão tomada pela gestão de manter o equipamento em funcionamento até que a quebra ocorra. Trata-se portanto de um

trabalho planeado, que é sempre mais seguro e de maior qualidade que um não planeado (*Hormigo, 2018*).

Se a decisão tomada for a de deixar o equipamento funcionar até à quebra, pode planear-se o que fazer quando a falha ocorrer, como por exemplo: substituição do equipamento, ter um “kit” de reparação rápida ou preparar a intervenção.

A adoção de uma política de manutenção corretiva planeada, pode resultar de vários fatores (*Hormigo, 2018*):

- Possibilidade de compatibilizar a necessidade da intervenção com os interesses da produção;
- aspetos relacionados com a segurança;
- A falha pode não provocar situação de risco para o pessoal ou para as instalações;
- Melhor planeamento dos serviços;
- Garantia de existência de peças de reserva;
- Existência de recursos humanos com a tecnologia para a realização da intervenção.

2.4.2. Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é realizada de forma a reduzir ou a evitar a falha ou a quebra de desempenho, cumprindo um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

A periodicidade da intervenção e eventual substituição de componentes ou do equipamento, deve ser estipulada para cada instalação, no caso de os fabricantes não fornecerem dados precisos de manutenção preventiva. Sendo que o mesmo equipamento tem comportamento distinto consoante as condições de exploração e o ambiente em que está instalado. Caso ocorra uma falha entre duas intervenções preventivas, ter-se-á de realizar uma intervenção corretiva (*Hormigo, 2018*).

A manutenção preventiva deve ser adotada quando não é possível aplicar a manutenção preditiva, quando há aspetos relacionados com a segurança do pessoal ou das instalações que tornam a manutenção preventiva fundamental, existe risco de

agressão ambiental ou ainda no caso de sistemas complexos de operação contínua (Hormigo, 2018).

A aplicação deste tipo de manutenção é tanto mais conveniente quanto maior for a simplicidade na reposição, quanto mais elevados forem os custos resultantes de falha, quanto mais as falhas prejudicarem a produção e quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança do pessoal e da operação (Hormigo, 2018).

A possível introdução de defeitos não existentes no equipamento, devido: a falha humana, falha de peças de reserva, contaminações em sistemas, danos durante paragens e arranques do equipamento ou falhas dos procedimentos de manutenção constitui um ponto negativo neste tipo de manutenção (Hormigo, 2018).

2.4.3. Manutenção preditiva

A manutenção preditiva, também denominada de manutenção sob condição ou manutenção com base no estado do equipamento, caracteriza-se pela atuação realizada com base em modificações de parâmetro de condição ou de desempenho, cujo acompanhamento é realizado de forma sistemática.

Esta manutenção constituiu a 1ª alteração significativa de paradigma na manutenção e tanto mais se incrementa quanto mais vasta a tecnologia dos equipamentos, o que permite uma avaliação fiável dos mesmos e de sistemas em operação. O objetivo desta é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas, através do acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível (Hormigo, 2018).

A manutenção preditiva privilegia a disponibilidade, não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são realizadas com o equipamento em operação. Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. O acompanhamento do funcionamento do equipamento permite a preparação prévia do serviço (Hormigo, 2018).

Podemos dizer que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos e quando a intervenção é decidida, o que se efetua é uma manutenção corretiva planeada (Hormigo, 2018).

A adoção desta política de manutenção pressupõe as seguintes condições (Hormigo, 2018):

- O equipamento, sistema ou instalação devem permitir monitorização/ medição;
- O equipamento, sistema ou instalação devem merecer este tipo de manutenção em função dos custos envolvidos;
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitorizadas e ter a sua progressão acompanhada;
- Seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

Torna-se fundamental que a análise e diagnóstico sejam corretamente realizados, não basta medir é necessário analisar os resultados e efetuar diagnósticos (Hormigo, 2018).

A aplicação da manutenção preditiva resulta numa significativa redução dos acidentes por falhas “catastróficas” em equipamentos e ainda a ocorrência de falhas não esperadas é muito reduzida, o que conduz ao aumento da segurança, redução de paragens inesperadas de produção e conseqüentemente redução de prejuízos (Hormigo, 2018).

Os custos envolvidos na manutenção preditiva são devido: ao acompanhamento periódico através de aparelhos de medição e análise, em geral não muito elevados, e instalação de sistemas de monitorização em contínuo “on line”, que em geral são elevados (Hormigo, 2018).

2.4.4. Manutenção detetiva

A manutenção detetiva é a atuação realizada em sistemas de proteção procurando detetar falhas ocultas ou não perceptíveis pelo pessoal de manutenção e operação.

Neste tipo de manutenção, os sistemas são verificados por especialistas, sem serem colocados fora de serviço. Caso sejam detetadas falhas ocultas são realizadas as correções necessárias mantendo sempre o equipamento em operação. Torna-se

crescente a utilização por parte da manutenção detetiva de sistemas digitais de instrumentação e controle, computadores e software (*Hormigo, 2018*).

2.4.5. Engenharia da Manutenção

A engenharia da manutenção procura as causas de mau desempenho, intervém a montante no projeto e interfere tecnicamente no departamento de compras.

Esta constitui a 2ª quebra de paradigma na manutenção e através de “benchmarks” procede a análise comparativa e seguimento das melhores práticas (*Hormigo, 2018*).

2.5. Importância da manutenção aplicada a edifícios

O ciclo de vida de um edifício inicia-se na fase da conceção e projeto, sendo que normalmente tem uma duração de 2 anos, a fase seguinte está ligada à construção do edifício em si, geralmente por um período de 2 a 3 anos e por fim a fase que ocupa um maior espaço temporal, 40 ou mais anos, a fase de operação, exploração e manutenção do edifício (*Hormigo, 2018*).

A última fase, como já foi dito é aquela que diz respeito à utilização do edifício. Para que um edifício desempenhe as funções pretendidas é essencial realizar a manutenção do mesmo, pois a não realização desta tem um impacto direto nas condições de segurança, uso e de conforto dos utilizadores.

Estudos em diversos países para diferentes tipos de edifícios, mostram que os custos anuais envolvidos na operação e manutenção dos edifícios em uso variam entre 1% e 2% do seu custo inicial (NBR 5674:1999). Outros estudos, realizados no âmbito da gestão de edifícios, situam estes custos anuais entre 2% a 5% do custo inicial do edifício. Este valor acumulado ao longo da vida útil dos edifícios é equivalente ou supera o custo de construção, evidenciando a importância da operação e manutenção na gestão dos edifícios (*Hormigo, 2018*).

2.6. Modelos de Manutenção

Os modelos de manutenção são caracterizados ao longo desta secção, onde são expostos os inconvenientes e vantagens associados a cada um deles. Podem ser definidos como: concentrado, totalmente desagregado e misto.

2.6.1. Concentrado

No modelo de manutenção concentrado a manutenção é inteiramente gerida e executada por equipas internas da organização.

Os principais inconvenientes associados a este modelo residem na dificuldade em dotar a organização de experiência e equipamentos capazes de assegurar todas as operações de manutenção com qualidade, e ainda as equipas operacionais muito extensas, com os custos daí decorrentes (*Hormigo, 2018*).

2.6.2. Totalmente desagregado

No modelo de manutenção totalmente desagregado o responsável pela gestão global da manutenção é um prestador de serviços externo. A este compete contratar as diversas empresas que assegurem os diversos trabalhos a realizar.

A presença de um único interlocutor junto da equipa de controlo da organização constitui a principal vantagem deste modelo.

A implementação do modelo totalmente desagregado resulta numa perda de controlo por parte da organização, perda de conhecimento e um aumento de custos, devido às margens que o prestador externo coloca nos serviços que tem de contratar para assegurar as diversas operações de manutenção (*Hormigo, 2018*).

2.6.3. Misto

Neste modelo a organização é que contrata as empresas e controla internamente a gestão e operação de todos os contratos, mantendo dessa forma o “know how”, com equipas reduzidas.

O sucesso deste modelo deve-se à qualificação dos fornecedores e à avaliação dos mesmos pós execução.

Em grandes organizações recomenda-se a implementação de um sistema via web de ficha de avaliação da prestação de serviço de qualquer fornecedor que intervenha em qualquer local geográfico, em qualquer país, numa empresa do grupo. Através deste sistema torna-se mais fácil o “rastreo” do histórico de cada fornecedor, possibilitando avaliar em cada instante os trabalhos que executou, os montantes envolvidos e o resultado final (*Hormigo, 2018*).

2.7. Gestão de Facilities

A Gestão de Facilities (ou Facility Management, FM) é a atividade profissional que coordena ativos e serviços, com recurso a competências de engenharia, de gestão e de outras.

Em geral, todas as organizações, públicas ou privadas, usam edifícios, ativos e serviços para dar suporte às suas atividades principais. A Gestão de Facilities, na medida em que coordena estes ativos e serviços com recurso a competências de gestão e à integração de inúmeras mudanças no ambiente das organizações, influencia a sua capacidade de agir proactivamente e de satisfazer todas as suas exigências, otimizando simultaneamente os custos e o desempenho desses ativos e serviços.

As principais vantagens das abordagens da Gestão de Facilities para as organizações são (*EN 15221-1, 2006*):

- Comunicação clara e transparente entre a procura e a oferta, através da nomeação de pessoas como interlocutores únicos para todos os serviços definidos num acordo de Gestão de Facilities.

- Otimização das sinergias entre os diferentes serviços, que contribuirá para melhorar o desempenho e reduzir os custos da organização.
- Conceito de responsabilidades internas e externas dos serviços, simples e de fácil de gestão, baseado em decisões estratégicas e traduzido em procedimentos de internalização ou externalização sistemáticos.
- Redução de conflitos entre prestadores de serviços internos e externos.
- Integração e coordenação de todos os serviços de suporte necessários.
- Transparência da informação e do conhecimento sobre os níveis e os custos dos serviços, que podem ser comunicados com clareza aos consumidores finais.
- Melhoria da sustentabilidade da organização, na medida em que implementa uma análise do ciclo de vida dos serviços (facilities).

A Gestão de Facilities abrange e integra um campo de aplicação muito vasto de processos, serviços, atividades e instalações. A distinção entre as atividades principais e os serviços de suporte é decidida por cada organização individualmente.

As áreas de Gestão de Facilities podem ser agrupadas em torno das exigências dos clientes e ser resumidas em: Espaços e Infraestruturas, e Pessoas e Organização (Hormigo, 2018).

A Gestão de Facilities baseia-se no fornecimento de gestão integrada a nível estratégico e tático, com o objetivo de coordenar a prestação dos serviços de suporte acordados. Para ter sucesso e produzir os resultados exigidos, esta deve estar em sincronização com a missão e a visão da organização e os seus objetivos. Em síntese, a Gestão de Facilities atua nos níveis: estratégico, tático e operacional (EN 15221-1, 2006).

Nível Estratégico

Atingir os objetivos da organização no longo prazo, mediante (*EN 15221-1, 2006*):

- Definição da estratégia de Gestão de Facilities em conformidade com a estratégia da organização;
- Elaboração de políticas e de diretrizes em matéria de espaço, ativos, processos e serviços;
- Inputs e respostas dinâmicos;
- Promoção de uma análise de risco e definição do rumo para adaptar mudanças na organização;
- Promoção de acordos de níveis de serviço (SLA) e monitorização de indicadores-chave de desempenho (KPI);
- Gestão do impacto de facilities nas atividades principais, no ambiente externo e na comunidade;
- Manutenção de relações com autoridades, locatários e inquilinos, parceiros estratégicos, associações, etc.;
- Supervisão da organização da Gestão de Facilities.

Nível Tático

Implementar os objetivos estratégicos na organização no médio prazo, mediante (*EN 15221-1, 2006*):

- Implementação e monitorização de diretrizes para estratégias;
- Desenvolvimento de planos de negócios e orçamentos;
- Tradução de objetivos de Gestão de Facilities em requisitos de nível operacional;
- Definição de SLA e interpretação de KPI (desempenho, qualidade, risco e valor);
- Monitorização da conformidade com leis e regulamentos;
- Gestão de projetos, processos e acordos;
- Gestão da equipa de Gestão de Facilities;
- Otimização da utilização de recursos;
- Adaptação a mudanças e comunicação dessas mudanças;
- Comunicação com prestadores de serviços internos ou externos a nível tático.

Nível Operacional

Conceber diariamente o ambiente exigido para os utilizadores finais, mediante (EN 15221-1, 2006):

- Prestação de serviços em conformidade com o SLA;
- Monitorização e verificação dos processos de prestação de serviços;
- Monitorização dos prestadores de serviços;
- Receção de pedidos de serviços, por exemplo, mediante um serviço de assistência ou de uma linha de assistência;
- Recolha de dados para avaliações de desempenho, feedback e exigências dos utilizadores finais;
- Comunicação para o nível tático;
- Comunicação com prestadores de serviços internos ou externos a nível operacional.

Uma organização baseia-se nos seus processos principais para alcançar os seus objetivos estratégicos. As forças de mercado em modificação e as novas situações impostas pela legislação, pela tecnologia e pelas fusões influenciam constantemente estes processos. Estas mudanças devem ser geridas e estruturadas a nível estratégico, tático e operacional, para se manterem viáveis e satisfazer as exigências (Hormigo, 2018).

A organização é constituída por clientes, consumidores e utilizadores finais. Compete aos clientes adquirir os serviços de facility requeridos, enquanto os consumidores especificam e encomendam o fornecimento desses serviços nas condições de um acordo de Gestão de Facilities. A nível operacional, os utilizadores finais recebem estes serviços de suporte, quando aplicável (EN 15221-1, 2006).

A Gestão de Facilities visa equilibrar a oferta e a procura dentro de uma organização. A oferta é a prestação de uma vasta gama de serviços, nos termos definidos no acordo de Gestão de Facilities, sendo gerida e fornecida por prestadores de serviços internos e/ou externos, já a procura é um requisito interno das atividades principais de serviços

de facility. Cabe aos clientes (a nível organizacional) definir com clareza a estratégia e os requisitos da Gestão de Facilities (EN 15221-1, 2006).

Para otimizar o desempenho e o valor dos ativos, é de grande importância alinhar a oferta e a procura com base em objetivos económicos, organizacionais e estratégicos.

Uma vez expressos claramente os requisitos da procura, os serviços são especificados e formalizados através de Acordos de Níveis de Serviço (Service Level Agreements - SLA). Os SLA definem o nível de serviço e podem ser alterados ao longo do tempo. São ainda definidos indicadores-chave de desempenho (Key Performance Indicators - KPI) para medir o desempenho e monitorizar os progressos ao longo do tempo (EN 15221-1, 2006).

A gestão dos KPI é essencialmente da responsabilidade do lado da procura, estes podem ser usados para monitorizar e avaliar comparativamente os SLA das organizações com o intuito de identificar as boas práticas (EN 15221-1, 2006).

A figura seguinte, Figura 2, apresenta o modelo de Gestão de Facilities, em que é possível verificar a forma como este dá suporte às atividades principais de uma organização, a relação entre a oferta e a procura, e os diferentes níveis de possível interação da Gestão de Facilities.

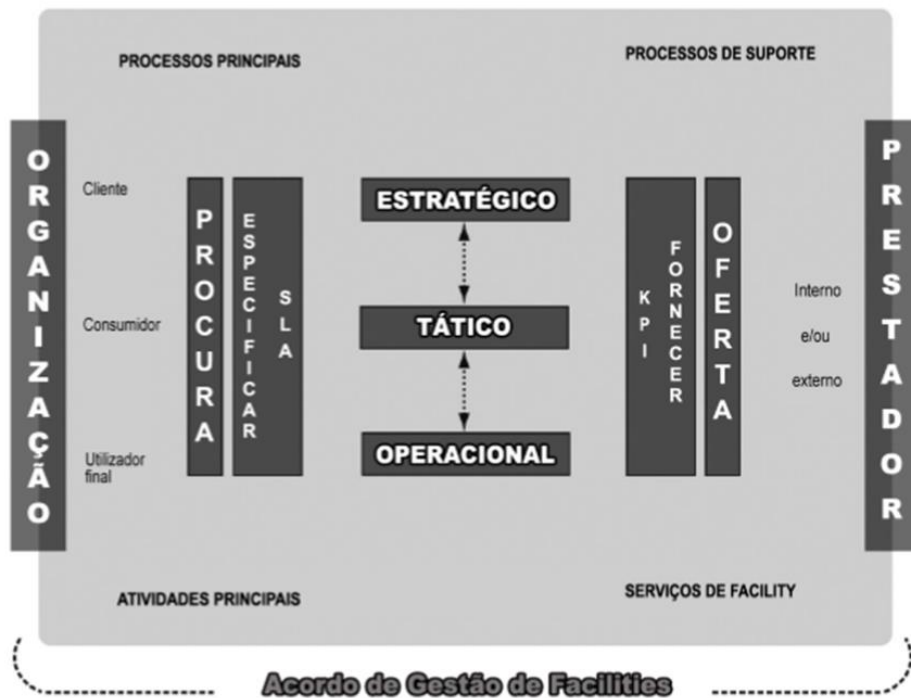


Figura 2: Modelo de Gestão de Facilities

(Fonte: (EN 15221-1, 2006))

Uma Gestão de Facilities eficiente promove a integração dos diferentes processos de serviços, integra a ligação entre o nível estratégico, tático e operacional, assegura uma comunicação consistente, desenvolve e fomenta a relação/parceria entre clientes/utilizadores finais e fornecedores/prestadores de serviços e oferece suporte à ligação entre factos históricos, tarefas atuais e requisitos futuros. A aplicação do modelo da Gestão de Facilities ajudará os profissionais a evoluir e a moldar o futuro da mesma (EN 15221-1, 2006).

2.8. Enquadramento Legal

2.8.1. EN 13306: 2010

A Norma Europeia *EN 13306* tem como objetivo definir os termos genéricos usados para todos os tipos de manutenção e gestão de manutenção. A manutenção de software não é abordada nesta norma, no entanto, a manutenção de itens e sistemas contendo software é considerada.

Como parte da exigência do CEN / TC 319, foi necessário produzir um vocabulário de manutenção genérico estruturado contendo os principais termos e suas definições.

Definições corretas e formais fornecem ao utilizador dos padrões de manutenção uma compreensão mais completa dos termos de manutenção usados, termos esses que podem ser de particular importância na formulação de contratos de manutenção.

Os termos contidos nesta norma indicam que a manutenção não está limitada apenas às ações técnicas, mas inclui outras atividades, como planeamento, manuseio de documentação, entre outras.

2.8.2. EN 15221

Em 2006 o Comité Europeu de Normalização (CEN) aprovou uma normativa padronizada, a Norma Europeia *EN 15221*, que aborda o mercado da Gestão de Facilities. A *EN 15221* é constituída por 7 normas, que nas versões portuguesas têm as seguintes designações:

EN 15221 - 1: Termos e definições

EN 15221 - 2: Diretrizes para a elaboração de acordos de Gestão de Facilities

EN 15221 - 3: Diretrizes relativas à Qualidade na Gestão de Facilities

EN 15221 - 4: Taxonomia, Classificação e Estruturas da Gestão de Facilities

EN 15221 - 5: Diretrizes relativas aos Processos de Gestão de Facilities

EN 15221 - 6: Medições de Área e Espaço em Facility Management

EN 15221 - 7: Linhas de orientação para o desempenho em Benchmarking

O quadro apresentado em seguida, apresenta uma sistematização do conteúdo abordado nas normas que constituem a *EN 15221*.

Quadro 2: Conteúdo das normas que constituem a EN 15221

<p>Parte 1: Termos e definições</p>	<p>Define os termos usados no domínio do Facility Management (FM) para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Melhorar a comunicação entre as partes interessadas; - Melhorar a eficácia das atividades principais e dos processos de FM, bem como a Qualidade dos seus resultados; - Desenvolver ferramentas e sistemas.
<p>Parte 2: Diretrizes para a elaboração de acordos de Gestão de Facilities</p>	<p>Fornece orientações para a elaboração de um contrato de FM eficiente nos termos do qual se define a relação entre uma organização que contrata os serviços de Facility (o cliente) e uma organização que presta esses serviços (o prestador de serviços de FM).</p>
<p>Parte 3: Diretrizes relativas à Qualidade na Gestão de Facilities</p>	<p>Fornece linhas de orientação para:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Clarificar e compreender as questões relacionadas com a qualidade; - Definir os critérios e indicadores relativos à qualidade; - Conceber e efetuar as medições (fatos tangíveis e intangíveis) do desempenho e qualidade do FM; - Servir de apoio à criação das métricas que permitirão medir e avaliar a qualidade dos serviços de FM.
<p>Parte 4: Taxonomia, Classificação e Estruturas da Gestão de Facilities</p>	<p>Aborda a taxonomia - sistema de classificação criado para gerir melhor a informação e dotar os utilizadores de uma maior capacidade de sustentar e melhorar as operações do seu negócio. Fornece uma taxonomia baseada num modelo de relações que integra o modelo FM, a matriz de processos, a estrutura dos produtos/serviços.</p>
<p>Parte 5: Diretrizes relativas aos Processos de Gestão de Facilities</p>	<p>Fornece linhas de orientação a todas as partes interessadas no FM, em especial prestadores e respetivos clientes, para o desenvolvimento e melhoria dos respetivos processos de apoio às atividades principais.</p>
<p>Parte 6: Medições de Área e Espaço em Facility Management</p>	<p>Visa criar um método comum de medição do espaço, identificar a base relevante de indicadores de espaço para realização de avaliações comparativas internas e partilhar os resultados com outras funções.</p>
<p>Parte 7: Linhas de orientação para o desempenho em Benchmarking</p>	<p>Define o processo de comparar estratégias, processos, desempenhos e/ou outras entidades com práticas da mesma natureza, nas mesmas circunstâncias e adotando medidas idênticas.</p>

3. Gestão da Manutenção de Edifícios

De acordo com a norma EN 13306:2010, a definição de gestão da manutenção não é mais do que “todas as atividades da gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades relativas à manutenção e a sua implementação por meios, como: o planeamento, o controlo e supervisão da manutenção e a melhoria económica e das atividades de manutenção” (EN 13306, 2010).

A palavra “Gestão” tem uma utilização cada vez mais frequente e de um modo geral é associada a atividades diversas, é uma área de estudo multidisciplinar, com contribuições de áreas como sejam a economia, sociologia, psicologia, engenharia, direito, entre outras, que realiza uma abordagem matricial dos problemas colocados, envolvendo todas as ciências referidas (Silva, 2013).

Segundo (Silva, 2013), a gestão da manutenção não se resume apenas a controlar os custos e estabelecer objetivos financeiros. A gestão da manutenção é, antes de tudo o resto, um esforço técnico da engenharia para fazer assegurar o bom funcionamento das instalações e equipamentos, poder obter o seu máximo rendimento e segurança, evitar avarias ou repará-las sempre que aconteçam, e os desempenhos financeiros são, juntamente com outros, consequências e ferramentas para avaliação e apoio à tomada de decisão, e por conseguinte nunca objetivos em si mesmo.

A figura que procederá à execução do ato de gestão da manutenção de edifícios, sendo que esta ação não é impessoal nem automática, é o chamado “gestor do edifício”. Esta figura é designada também por entidade, pois a ação de gestão do edifício pode ser desempenhada por uma pessoa singular, como seja o proprietário, ou por uma empresa especializada nesta área (Rodrigues, 2008).

3.1. Gestor de edifícios

O gestor do edifício desempenha o papel central na manutenção do edifício. De acordo com a dimensão do parque sob a sua responsabilidade, tem níveis diferentes de solicitações, mas para todos os edifícios, o objetivo principal é manter o seu desempenho (Rodrigues, 2008).

O campo de ação do gestor relaciona-se com tudo o que de alguma forma está associado à envolvente construída (interna e externa) ou às instalações, como tal, a sua atividade integra um conjunto de especialidades com intervenção direta no edifício, tais como eletricidade, águas e esgotos, e construção civil (Rodrigues, 2008).

A gestão técnica de um edifício confronta as necessidades de utilizadores face ao desempenho de um edifício e procura dar-lhes uma resposta. A figura seguinte, Figura 3, apresenta as áreas de intervenção da gestão técnica de um edifício.



Figura 3: Gestão técnica de edifícios: áreas de intervenção

(Adaptado: (Rodrigues, 2008))

a) Manutenção

A manutenção foi abordada no capítulo anterior. Esta inclui as seguintes ações: prevenção de patologias com a promoção de ações sistemáticas e/ou condicionadas, e promoção da correção de patologias após o seu aparecimento.

Compete ao gestor identificar as patologias, decidir do tempo ideal para atuar, contactar e seleccionar a especialidade envolvida para executar a reparação e fiscalizar a execução. No domínio da gestão técnica pertence também ao gestor do edifício dar ou promover uma resposta tecnológica sobre o tipo de intervenção a efetuar (*Rodrigues, 2008*).

b) Limpeza e higiene

No que diz respeito à limpeza e higiene cabe ao gestor, para além de uma ação de fiscalização, promover a forma mais eficaz de remoção de lixos. Caso se trate de um edifício público tem também a responsabilidade de montar e controlar o esquema de limpeza (*Rodrigues, 2008*).

c) Emergências

Outro dos aspetos a que um gestor de edifício é em geral chamado a intervir, é nas situações de emergência. Estas situações podem ser de carácter técnico ou accidental.

As emergências técnicas dizem respeito a todas as situações em que algum dos aspetos funcionais do edifício ou dos seus equipamentos é interrompido, sendo o seu desempenho vital para o normal funcionamento do edifício (por exemplo: falta de fornecimento de energia elétrica, avaria de um fecho da porta de entrada, etc.). Cabe ao gestor definir antecipadamente os procedimentos a realizar para cada uma das situações possíveis.

O gestor do edifício é chamado a intervir no caso de situações de emergência accidental (por exemplo: incêndio, inundação, abalo sísmico e pânico coletivo) (*Rodrigues, 2008*).

d) Segurança

Esta é uma atividade associada à perspectiva de garantia das condições fundamentais de segurança.

A domótica, que tem observado desenvolvimentos em sistemas de deteção automática por força da utilização de circuitos integrados, permitiu colocar no mercado produtos que são um auxiliar importante do gestor. Um dos exemplos importantes, já comum entre nós, é a tendência para se eliminar o segurança, substituindo-o por um conjunto de detetores automáticos ligados a uma central ou a um quartel de polícia (*Rodrigues, 2008*).

e) Ajuste funcional

O ajuste funcional do edifício é uma das atribuições do gestor, fundamentalmente, no que diz respeito à promoção de eventuais alterações.

Cabe ao gestor, estar atento aos indícios de incompatibilidade entre os utilizadores e o edifício que, em geral, se revelam devido a sobreutilização das instalações ou à utilização disfuncional dos espaços. A identificação destes sinais revela-se como uma tarefa importante na prevenção de futuras patologias pois, uma das causas de degradação e, como tal, fonte de custos, é justamente a utilização de forma inadequada de edifícios (*Rodrigues, 2008*).

O ajuste funcional promove-se não apenas pela alteração da funcionalidade do edifício, mas também pela alteração dos hábitos dos utilizadores, pois muitas vezes verifica-se o incorreto modo de utilizar os espaços ou os equipamentos, do que o deficiente planeamento ou construção dos edifícios (*Rodrigues, 2008*).

f) Cumprimento legal

O gestor do edifício, deve cumprir a legalidade em tudo o que diz respeito ao edifício. A construção por exemplo é objeto de disposições legais que, cabe ao gestor fazer cumprir, tais disposições revelam-se sempre que há necessidade de efetuar alterações (*Rodrigues, 2008*).

Importa assegurar que sejam cumpridas as disposições, por exemplo relativas a consumo de energia elétrica e utilização dos respetivos quadros, ou ainda à utilização de sistemas e bombagem e pressurização de água, ou no que respeita ao cumprimento das normas de inspeção de elevadores (Rodrigues, 2008).

3.2. Objetivos da gestão da manutenção de edifícios

Por forma a se poder afirmar que o processo de manutenção é eficiente, deve ser possível comparar os seus desempenhos reais com os desempenhos esperados. Para tal, é essencial que os objetivos da manutenção sejam quantificados. Estes objetivos podem ser de natureza económica, técnica ou relacionados com o enquadramento normativo (legislação) (Hormigo, 2018).

Os principais objetivos decorrentes do enquadramento normativo estão associados ao cumprimento de Decretos-lei e Diretivas vigentes, nomeadamente em matérias como a certificação energética e a análise da qualidade do ar interior (QAI), entre outras, e ainda o controlo de eficiência energética.

Quanto aos objetivos técnicos interessa a eficiência das manutenções preventiva, preditiva e engenharia de manutenção (minimização de avarias), e ainda a otimização do rendimento dos equipamentos.

Por fim a nível económico os principais objetivos a atingir correspondem à otimização de custos referentes à manutenção e à operação.

3.3. Indicadores da gestão da manutenção de edifícios

Quando o desempenho real ou esperado não é satisfatório, esta situação encoraja a gestão a definir objetivos e estratégias para melhorar do ponto de vista económico, técnico e organizacional, utilizando um sistema de indicadores. A sua aplicação permite à organização: medir o estado, avaliar e comparar os desempenhos, identificar os pontos fortes e fracos, controlar o progresso e modificações ao longo do tempo.

A medição e análise destes indicadores podem auxiliar a gestão a:

- Definir objetivos;
- Planear estratégias e ações;
- Partilhar resultados a fim de informar e motivar as pessoas.

Estes indicadores podem ser utilizados de forma periódica, na preparação e acompanhamento de um orçamento e na avaliação do desempenho, ou de forma pontual, no âmbito de auditorias específicas, estudos e/ou benchmarkings. A periodicidade a considerar para as medições depende da política da empresa e da abordagem da gestão (EN 15341, 2007).

Para quantificar os objetivos necessitamos, como foi mencionado, de indicadores. Como exemplo, podemos referir:

a) Para os objetivos decorrentes de legislação:

- Utilização do índice de eficiência energética (IEE), que se define como:

$$IEE = \frac{\text{Energia agregada anual consumida}}{\text{Área útil do edifício}} \text{ [kgep/m}^2\text{ ano]}$$

- Utilização de outros indicadores:

Energia elétrica: kWh/(m².ano) e kWh/(pessoa.ano)

Gás: m³/(m².ano) e m³/(pessoa.ano)

Água: m³/(m².ano) e m³/(pessoa.ano)

b) Para os objetivos técnicos:

- MTBF – Corresponde ao tempo médio de funcionamento entre avarias e é um indicador de fiabilidade do bem (probabilidade condicional de cumprir a sua missão por um tempo previsto e sujeito a um funcionamento normal). Pode ser determinado a partir de 2 equações:

$$MTBF = \frac{TF}{N^{\circ}avarias} [horas]$$

ou

$$MTBF = \frac{T_c \times FMD}{N^{\circ}avarias} [horas]$$

Onde:

TF é o nº de horas de funcionamento, durante o período em análise.

T_c é o nº de dias do período em análise.

FMD é o funcionamento médio diário (horas/dia) no período de análise – corresponde à diferença entre o 1º e o último registo de funcionamento, dividido pelo tempo.

- **MTTR** – Tempo médio de reparação, é um indicador de manutabilidade (rapidez e facilidade com que a manutenção pode ser executada, interessa um valor baixo) e utiliza como referência a média dos tempos de reparação.

$$MTTR = \frac{\sum TRi}{N^{\circ}avarias} [horas]$$

Onde:

$\sum TRi$ é o somatório dos tempos de reparação, em horas, das avarias ocorridas no período em análise.

- **MWT** – Média dos tempos de espera de atendimento de pedidos de reparação de avarias num dado período, e mede a eficácia da resposta da direção de manutenção às solicitações de manutenção.

$$MWT = \frac{\sum TDEi}{N^{\circ}avarias} [horas]$$

Onde:

$\sum TDEi$ é o somatório dos tempos de espera de atendimento, em horas, de pedidos de reparação.

c) Para os objetivos económicos:

$$\frac{\text{Custo total de manutenção anual}}{\text{Área útil do edifício}}$$

3.3.1. Quadro de Bordo

O conjunto de indicadores que for selecionado, deve ser analisado de uma forma conjunta, constituindo o chamado Quadro de Bordo. Por exemplo, caso se pretenda melhorar o índice de eficiência energética, terá que se aplicar medidas de melhoria, com os respectivos investimentos, agravando custos associados à implementação das mesmas medidas e eventualmente custos adicionais de manutenção (Hormigo, 2018).

A ponderação das interações implica que o gestor do edifício tome decisões equilibradas, daí a designação de Quadro de Bordo – um conjunto equilibrado entre si de metas de desempenho (Hormigo, 2018).

3.4. Benchmarking

Existem vários aspetos que afetam o âmbito de um exercício de benchmarking e têm impacto sobre a seleção de dados. A figura seguinte, *Figura 4*, apresenta uma categorização dos principais aspetos classificados em cinco tipos principais de benchmarking.

Domínio	Conteúdo	Medida	Comparador	Frequência
- Estratégia - Processo - Desempenho	- Quantitativa - Qualitativa	- Interno - Concorrente - Intersectorial	- Local - Nacional - Internacional	- Pontual - Periódica - Contínua

Figura 4: Classificação dos Tipos de Benchmarking

(Fonte: (Hormigo, 2018))

O objetivo desta classificação é apoiar os Gestores de Facilities a compreenderem as diferentes características de cada elemento, disponibilizando assim um guia para se selecionar o tipo e a metodologia mais adequados para o exercício de benchmarking na fase de planeamento do processo (Hormigo, 2018).

Consoante a finalidade de um exercício de benchmarking, o âmbito (ou seja, o conteúdo, a medida, o comparador, o domínio e a frequência) será diferente.

3.4.1. Resultados do Benchmarking

Dada a complexidade da Gestão de Facilities e o amplo leque de atividades abrangidas por esta disciplina, é impossível determinar todas as comparações possíveis que podem ser efetuadas. A figura que se segue, Figura 5, revela alguns dos comparadores chave que os Facility managers poderão querer avaliar para compreenderem o grau de eficácia do serviço prestado pela sua organização.

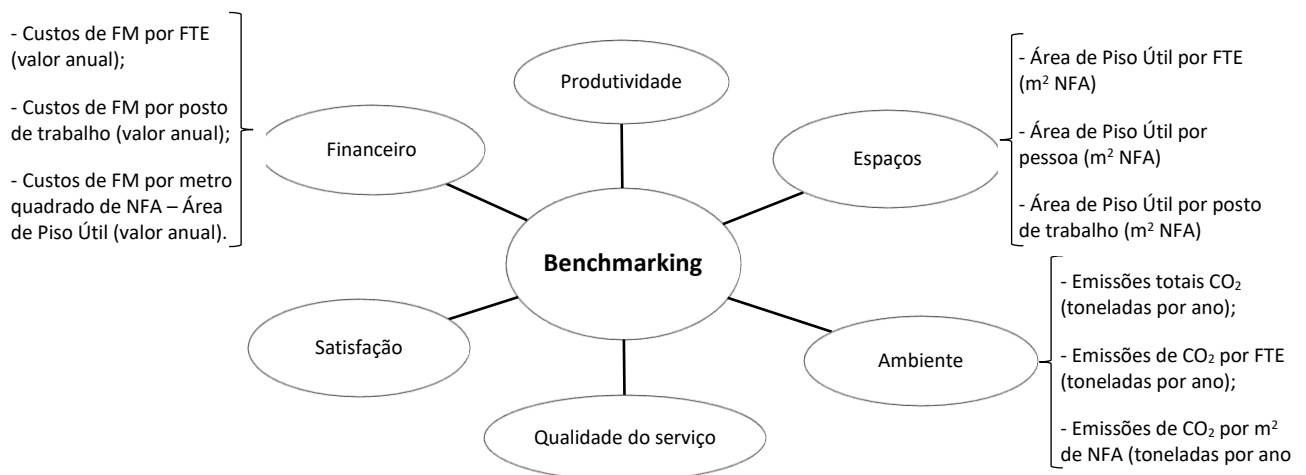


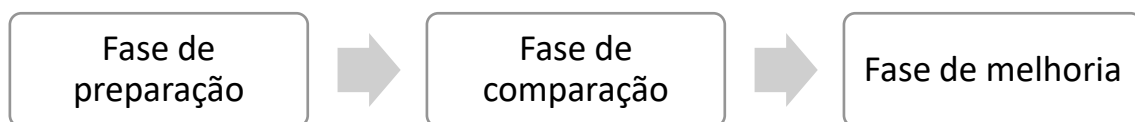
Figura 5: Principais Rácios medidos na avaliação do desempenho do FM

(Fonte: Autor)

Uma vez que não existe um valor de base absoluto que permita comparar e avaliar o desempenho, o processo-padrão pressupõe que estes rácios (apresentados na Figura 5) sejam comparados com os de edifícios idênticos, organizações ou operações, e que esses rácios se mantenham e sejam comunicados ao longo do tempo para permitir compreender de que forma a organização alvo do Benchmarking está a progredir (EN 15221-7, 2017).

3.4.2. Processo de Benchmarking

Um exercício típico de Benchmarking pode dividir-se em três fases (*Hormigo, 2018*):



1. Fase de preparação

Durante a fase de preparação é necessário estabelecer objetivos, definir uma metodologia e selecionar parceiros.

→ Estabelecer objetivos

O objetivo típico de um exercício de benchmarking é identificar, compreender e adaptar estratégias, processos e/ou desempenhos de excelência.

Quando se inicia um exercício de benchmarking é importante definir claramente o seu propósito, por exemplo, a identificação das opções de melhoria, as decisões sobre afetação de recursos, a priorização de áreas problemáticas, a verificação da conformidade legal, a identificação das melhores práticas, o planeamento e a revisão orçamental, o alinhamento com objetivos corporativos, a verificação da eficácia do processo e a avaliação do desempenho do imóvel.

De igual modo é relevante clarificar o âmbito do exercício de benchmarking, por exemplo, especificando o que mede, o que compara, qual o domínio e qual a frequência.

→ Definir a metodologia

A metodologia de um exercício de benchmarking implica habitualmente a cuidadosa comparação de indicadores selecionados com benchmarks mais abrangentes.

Conforme o objetivo do exercício de benchmarking é importante definir indicadores claros. Os exercícios simples podem focar-se num único indicador, enquanto exercícios mais avançados podem focar-se em múltiplos indicadores.

A definição de benchmarks relevantes é essencial, como: mínimos ou máximos (medidas de extremos), valores médios ou medianas (medidas de tendência central), quartis superiores ou quartis inferiores (medidas de dispersão). Os exercícios simples podem focar-se num único benchmark, enquanto exercícios mais avançados podem focar-se em múltiplos benchmarks.

→ Selecionar parceiros

As comparações num exercício de benchmarking são habitualmente feitas com práticas da mesma natureza, nas mesmas circunstâncias e adotando medidas similares.

Ao seguir-se o objetivo e a metodologia é importante selecionar parceiros que possam ser usados como comparador e que beneficiem também do exercício de Benchmarking. Idealmente deve ser criado um acordo em que todas as partes ganhem e em que a participação seja atraente para todos. Os exercícios simples podem ter um enfoque interno e usarem apenas um comparador, já os exercícios mais avançados poderão ter um enfoque mais externo e usarem uma ampla variedade de comparadores.

Torna-se importante estabelecer um código de conduta. Este código não só faz progredir o profissionalismo e a eficácia de um exercício de benchmarking como também ajuda a proteger todos os parceiros envolvidos. O Código de Conduta Europeu para o benchmarking, elaborado pela Fundação Europeia para a Gestão da Qualidade, proporciona um ponto de partida exaustivo para os parceiros.

Assim que os objetivos estiverem estabelecidos, a metodologia definida e os parceiros selecionados, pode então passar-se à fase seguinte, a fase comparativa.

2. Fase de comparação

Durante a fase comparativa é necessário compilar e analisar dados, bem como detetar lacunas e comunicar as conclusões.

→ Compilar dados

Em conformidade com os indicadores definidos, os dados devem ser apresentados pelos parceiros selecionados.

Em primeiro lugar, é importante avaliar a disponibilidade dos dados e identificar as respetivas fontes. Consoante os indicadores definidos, os dados podem ser compilados por sistemas ou medidores (dados quantitativos), pessoas individuais ou grupos-alvo (dados qualitativos). Além disso, é importante selecionar um método adequado de compilação de dados, por exemplo, modelos para medição; questionários individuais; debates com grupos-alvo.

Por último, é necessário compilar os dados de uma forma consistente e em tempo adequado para se assegurar a utilidade da análise. Depois de compilados os dados será necessário proceder à sua validação.

→ Analisar os dados

Habitualmente, os dados não só necessitam de ser analisados como também de ser normalizados. De acordo com a metodologia é preciso determinar tanto os indicadores individuais como os benchmarks coletivos. Existe uma variedade de benchmarks que são determinados por indicador, como por exemplo: o mínimo, o quartil inferior, o valor médio (ou a mediana), o quartil superior e o máximo. Subsequentemente poderão ser medidos os indicadores de um ou mais parceiros por comparação com benchmarks. Em alternativa é possível mapear os parceiros segundo a sua posição relativa face aos restantes.

Consoante a quantidade de dados que forem compilados será possível decidir ponderar e/ou normalizar os dados.

→ Detetar diferenças

Em linha com o propósito do exercício de benchmarking, as diferenças entre indicadores individuais e coletivos necessitam de ser identificadas. Assim que estas tenham sido identificadas, será importante ver se podem ser explicadas, para isso cada uma deve ser enquadrada no seu contexto, por exemplo, o setor de atividade, a localização do edifício, o ano de construção, o regime climático, o horário de funcionamento, têm habitualmente um impacto significativo sobre os indicadores.

→ Comunicar conclusões

A comunicação das conclusões pode ser feita através de uma variedade de meios, como relatórios dedicados, grupos-alvo, boletins internos ou a Intranet, e devem ser debatidas com todas as partes interessadas.

Assim que forem compilados e analisados os dados, detetadas as diferenças e comunicadas as conclusões poder-se-á passar à última fase, a fase de melhoria.

3. Fase de melhoria

Durante esta fase poderá ser necessário desenvolver e implementar um plano de ação, bem como rever e fazer alterações no processo de benchmarking.

→ Desenvolver o plano de ação

Caso tenham sido identificadas diferenças durante a fase de comparação, recomenda-se o desenvolvimento de um plano de ação para reduzir, ou mesmo eliminar, estas diferenças. Para tal, é importante começar por estabelecer objetivos funcionais na projeção dos níveis desejados de desempenho. Subsequentemente, será necessário identificar todas as tarefas e datas-chave que sirvam para alcançar os objetivos funcionais estabelecidas. A pessoa responsável, o objeto e o prazo devem estar claramente definidos para cada tarefa identificada.

→ Implementar o plano (modificar e monitorizar)

Executar cuidadosamente todas as tarefas identificadas no plano de ação e monitorizar o progresso relativamente a todas as data-chave identificadas.

Uma vez que o plano de implementação irá sem dúvida conduzir a determinadas modificações, é importante comunicar os progressos e desenvolvimentos a todas as partes interessadas, envolvidas e afetadas. Finalmente, é necessário verificar se e em que medida os objetivos funcionais foram atingidos.

→ Rever o processo

Como último passo de um exercício de benchmarking é importante rever todo o processo de benchmarking, uma vez que o exercício pode não conduzir aos resultados originalmente desejados. Especialmente em exercícios de benchmarking periódico e contínuo é também importante rever cuidadosamente objetivos, metodologia e parceiros, assim como reajustar indicadores e benchmarks. Este último aspeto é importante porque os padrões de medição vão-se modificando com o passar do tempo.

3.4.3. Aplicação de Benchmarks a edifícios

Para edifícios correntes, em geral apresentam-se os seguintes benchmarks (*Hormigo, 2018*):

Custos de exploração e espaço ocupado:

- Custo global de eficiência (€/pessoa ocupante/ano)
- Espaço (m²) /pessoa - Espaço (m²) /posto de trabalho
- Custo global de exploração (manutenção, segurança humana, receção, “utilities” (água e eletricidade)) (€/ (m².ano))
- Custo de mudanças internas (€/ (m².ano))
- Custo de tratamento de jardins (€/ (m².ano))

Indicadores ambientais:

- Emissões de CO₂ (kg/(m².ano))
- Energia (kWh/(m².ano))
- Água (m³/(ocupante.ano))
- Água (m³/(m².ano))
- Resíduos (toneladas/(ocupante.ano))

3.5. Sistema de gestão da manutenção de edifícios

No que se refere a edifícios, interessa um sistema de gestão que controle as operações de todos os tipos de manutenção, sendo de especial relevância o controlo das operações da manutenção preventiva. Adicionalmente, interessa ter registos de fácil acesso a (*Hormigo, 2018*):

- Cadastro do edifício
- Especialidades objeto da intervenção técnica
- Planos de manutenção e procedimentos
- Registo do histórico

3.5.1. Cadastro do edifício

O cadastro do edifício consiste no conjunto de dados relacionados com o edifício e contem a ficha técnica, que incluirá: localização; registo predial; licença de utilização; proprietário e contactos; locatário e contactos; técnico responsável (manutenção, Posto de transformação - PT); projetos: arquitetura, estabilidade, instalações elétricas gerais e especiais; climatização; redes de fluidos; segurança; dados do construtor; livro de obra; estudos geológicos/geotécnicos do local de implantação do edifício; estudos da zona envolvente; certificado energético; áreas discriminadas por funcionalidades; objetos associados (rendas, condomínios, taxas, ...) e lista de equipamentos.

Dos itens mencionados, interessa destacar:

Projetos: gerir o arquivo de telas finais de todos os projetos “as built”, manter atualizada toda a documentação técnica, com aditamentos de peças escritas e desenhadas, refletindo alterações ocorridas. Interessa que o sistema informatizado esteja atualizado.

Fichas técnicas de equipamentos: Todo o equipamento deve ter uma ficha codificada no sistema informático, com as suas características técnicas próprias e outros elementos relevantes:

- Código e designação;
- Sistema;
- Centro de custos, operador, dados do fornecedor, data de aquisição;
- Dados operacionais;
- Características técnicas detalhadas, como: marca, modelo, nº série, ano, potência, classe isolamento, ruído, ...

As fichas dos equipamentos (a incluir no sistema informatizado), devem: conter toda a informação sobre o equipamento, que seja importante para a manutenção; registo de todos os eventos relevantes, ser acompanhados de uma imagem fotográfica elucidativa e indicação em peça desenhada da sua localização no edifício e incluir os órgãos que pertençam ao equipamento na descrição e registo de um 2º nível. Os atuais sistemas informáticos permitem o registo até ao detalhe do componente, devendo ser decidido pelo gestor da manutenção qual o grau de granulometria a implementar.

Mobiliário e outros equipamentos: Em edifícios de escritórios, deverão ser cadastrados: mobiliário, candeeiros, objetos de arte, fotocopiadoras e fax, computadores, etc.

3.5.2. Especialidades da área técnica

A direção de manutenção deve ter, sob sua responsabilidade, a gestão de técnicos credenciados das diversas especialidades, de modo a poder dar resposta global a intervenções de qualquer área.

3.5.3. Planos de manutenção e procedimentos

Os trabalhos a realizar devem ser preparados, havendo que considerar os seguintes elementos:

- Manual de preparação dos trabalhos;
- Indicações relativas a segurança;
- Detalhe das tarefas a realizar;
- Testes a efetuar pós-execução;
- Previsões de duração do trabalho, dos recursos a alocar, dos materiais e dos custos.

3.5.4. Registo do Histórico

Este é um elemento importante, para análise da manutenção e determinação de indicadores, é recomendável o registo de:

- O que foi feito;
- Quem fez, quando e com que recursos;
- Quem realizou a supervisão;
- Que peças foram substituídas e que peças foram aplicadas;
- Detalhe sobre serviços de terceiros (quem, âmbito, custos);
- Tempos de manutenção, de reparação, indisponibilidades, ...;
- Custos associados à intervenção.

3.5.5. Modelos de gestão da manutenção

Os modelos de gestão da manutenção são ferramentas que permitem a aplicação dos seis tipos principais de manutenção mencionados no capítulo anterior, e são designadamente:

- Total Productive Maintenance (TPM)
- Reliability Centered Maintenance (RCM)
- Reliability Based Maintenance (RBM)

3.5.5.1. Total Productive Maintenance (TPM)

O TPM iniciou-se no Japão com a Nippondenso – grupo Toyota, é um programa de manutenção que pretende aumentar a produção e melhorar o grau de satisfação dos empregados. A principal diferença entre este programa e os demais é o facto de os operadores serem envolvidos no processo de manutenção, o conceito: eu (área de produção) opero e tu (área de manutenção) manténs, é abolido. (Hormigo, 2018)

Os objetivos a atingir com o TPM são obter: zero bens defeituosos, zero avarias e zero acidentes em todas as áreas funcionais da organização. Por forma a alcançar estes objetivos torna-se primordial envolver pessoas de toda a organização, que no caso de pequenas tarefas realizam a auto manutenção deixando às equipas especializadas de manutenção as tarefas de valor acrescentado. (Hormigo, 2018)

As principais características do TPM são apresentadas no quadro seguinte, Quadro 3.

Quadro 3: Principais características do TPM

(Fonte: (Hormigo, 2018))

Pilares do TPM
<ul style="list-style-type: none">→ Organização do local de produção, limpeza das máquinas, standardização, disciplina;→ Manutenção autónoma;→ Kaizen (kai - mudança, zen – melhor), ou seja, conceito de pequenas melhorias, contínuas, envolvendo todas as pessoas da organização. O princípio base é o de que um número vasto de pequenas mudanças é mais eficaz do que um número reduzido de grandes mudanças. O objetivo é reduzir desperdícios que afetam a eficiência e requer pouco ou nenhum investimento;→ Manutenção planeada;→ Qualidade da manutenção – monitorizar e medir valores que podem indiciar a ocorrência de avarias e tomar medidas antes que ocorram essas avarias;→ Treino por fases: não sabe; sabe na teoria mas não sabe fazer; sabe fazer mas não ensinar; sabe fazer e ensinar;→ Existir um responsável pelo TPM;→ Garantir segurança, saúde e ambiente.

3.5.5.2. Reliability Centered Maintenance (RCM)

No início da década de 60, com o aumento da sofisticação dos sistemas das aeronaves, a exigência de padrões de fiabilidade mais elevados, ao incremento da complexidade e dos custos de manutenção, a Boeing estudou os modos de falha, e aplicou esses conceitos ao seu modelo 747 e obteve uma redução do custo de manutenção e maior fiabilidade. No final da década de 70 o método foi reconhecido como Reliability Centered Maintenance (RCM).

A RCM, Manutenção Centrada na Fiabilidade, é uma ferramenta de suporte à decisão da melhor estratégia de manutenção para um dado sistema ou equipamento, figura seguinte, Figura 6. Utilizada por forma a determinar os requisitos de manutenção de qualquer item físico no seu contexto operacional.

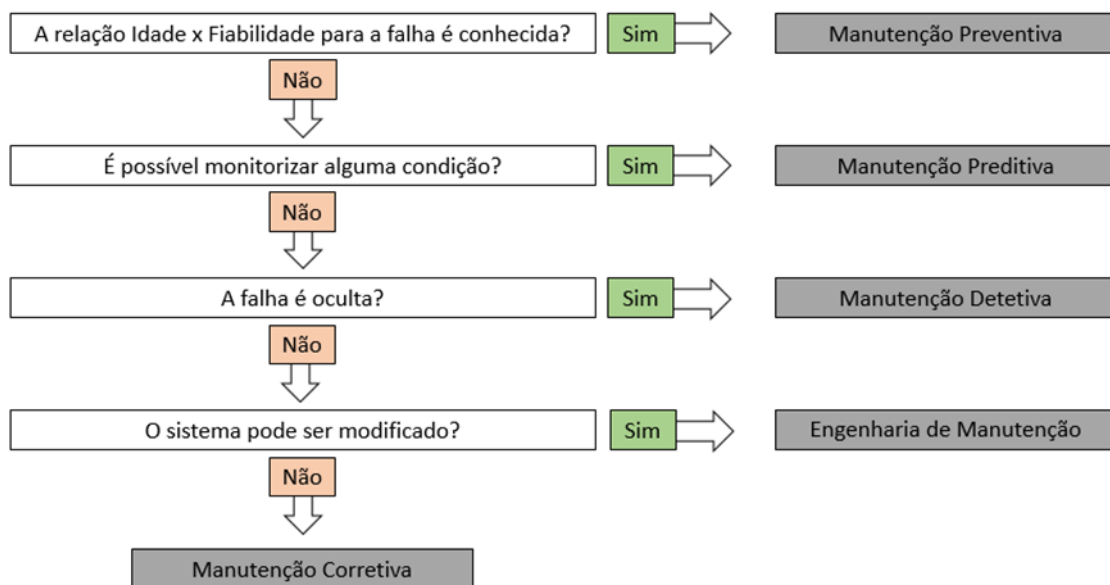


Figura 6: Seleção do tipo de manutenção no RCM

(Adaptado de: (Hormigo, 2018))

Com a implementação da RCM é esperada uma redução de falhas resultantes de manutenção inadequada, identificação de falhas prematuras dos equipamentos e recomendação de mudanças ou modificações de projeto e/ou melhorias operacionais quando a fiabilidade do equipamento não pode ser assegurada através da manutenção. Um dispositivo é considerado fiável quando permanece a cumprir as suas funções

durante toda a vida útil do projeto, independentemente das condições serem favoráveis ou adversas. (Hormigo, 2018)

As principais vantagens associadas à RCM residem em (Hormigo, 2018):

- Melhoria da compreensão do funcionamento do equipamento ou sistema, proporcionando uma ampliação e conhecimentos aos participantes.
- Desenvolvimento do trabalho em grupo.
- Definição de como o item pode falhar e das causas de cada falha, desenvolvendo mecanismos para evitar falhas que possam ocorrer espontaneamente ou causadas por ações humanas.
- Elaboração dos planos para garantir a operação do item num nível de desempenho desejado. Estes planos englobam: Planos de Manutenção, Procedimentos Operacionais e Lista de modificações ou melhorias.
- Obtenção da maior fiabilidade dos equipamentos, com redução de custos e domínio tecnológico do processo produtivo da empresa.

3.5.5.3 Reliability Based Maintenance (RBM)

A Reliability Based Maintenance (RBM) inclui as técnicas da RCM e o conceito de pessoa/trabalho desenvolvido na TPM. Consiste na aplicação de uma manutenção proactiva em detrimento da corretiva, em que o foco é aumentar a fiabilidade, a disponibilidade e alcançar redução de custos.

No que diz respeito a um dos pilares da TPM, maximizar a eficácia do equipamento, a estratégia da RBM inclui tecnologias preditivas sobre as falhas mecânicas e técnicas proactivas que vão eliminar falhas mecânicas e estender o ciclo de vida (Hormigo, 2018).

A RBM utiliza tecnologias avançadas de manutenção por forma a eliminar atividades de manutenção preventiva desnecessárias e definir o ciclo do Plano de Manutenção. Estas tecnologias preditivas contribuem para a melhoria da eficiência da manutenção (Hormigo, 2018).

Um dos indicadores preditivos mais valiosos é a observação visual, tal como a TPM, a RBM promove o envolvimento dos operadores na manutenção corrente diária, são estes

com mais proximidade com os equipamentos e que detetam alterações no seu funcionamento. As informações do operador do equipamento ao departamento de RBM é vital para a análise da causa de falha (Hormigo, 2018).

Os principais conceitos definidos na RBM são sistematizados em seguida (Hormigo, 2018):

- Dar prioridade aos sistemas da instalação e modos de falha, considerando os impactos na fiabilidade e disponibilidade;
- Decidir onde investir os recursos da manutenção;
- Introduzir tecnologias disponíveis de manutenção, nomeadamente preventivas, preditivas e detetivas;
- Aumentar as competências da manutenção;
- Redefinição da função da manutenção cuja missão é a implementação de soluções de melhoria, através de práticas avançadas;
- Tomada de consciência na organização das implicações que decorrem de decisões da manutenção;
- Estabelecimento de métricas de desempenho para a manutenção.

3.5.6. Sistemas informatizados de gestão de edifícios

Um sistema informatizado de gestão de edifícios é uma ferramenta de auxílio no planeamento da manutenção. Este sistema se bem concebido deve fornecer informações de pedidos efetuados para vários tipos de trabalho, disponibilidade de materiais, tempos de reparação e de indisponibilidade devidos a manutenção e a avarias, cronogramas de manutenção preventiva, acompanhar os custos por trabalho e registo do histórico (Mobley, Higgins and Wikoff, 2008).

Uma das formas de otimizar a manutenção é através do seu planeamento e programação. Segundo (Mobley, Higgins and Wikoff, 2008) um sistema informatizado pode aumentar a eficácia do planeamento, programação e estimativa de custos até 50%. Além disso, pode fornecer frequentemente informações normalmente não disponíveis, sem custo adicional.

Por forma a aplicar um sistema informatizado de gestão de manutenção o primeiro passo é a definição do programa (software) a implementar. Este pode ser já existente no mercado ou desenvolvido internamente pela organização.

De acordo com (Mobley, Higgins and Wikoff, 2008) para a definição do programa a utilizar existem algumas questões que devem ser abordadas como: a capacidade de acompanhar custos é um requisito? Que custos? O programa deve fornecer informações sobre disponibilidade de material. Que informação? Localização? Quantidade disponível? Fornecedor? O programa deve gerar ordens de compra? Quando? Que tipo de histórico de equipamentos deve ser gerado? O programa é orientado para gestão de manutenção?

A decisão sobre o programa a implementar deve ser tomada por uma equipa interdisciplinar, já o coordenador dessa equipa deve ser uma pessoa de alto nível responsável pela função da manutenção.

3.5.6.1. Implementação do programa

A primeira medida a tomar após a escolha do programa informatizado de gestão de manutenção a aplicar é a orientação e preparação de todas as pessoas envolvidas, desde os níveis mais altos da organização de instalações até ao mais baixo, incluindo o pessoal de manutenção (Mobley, Higgins and Wikoff, 2008).

A preparação de pessoas é um aspeto crítico da implementação de um programa informatizado de gestão de manutenção. No mínimo, deve-se preparar todos os usuários (Mobley, Higgins and Wikoff, 2008):

- Para escrever uma solicitação de trabalho;
- Como exercer o sistema de prioridade;
- Procedimentos necessários para a entrada correta de dados
- Como recuperar informações de gestão e supervisão;
- Como ler e interpretar relatórios, bem como outras informações disponíveis.

3.5.6.2. Características do programa

O programa de gestão da manutenção é uma ferramenta usada de forma a melhorar a manutenção e as atividades relacionadas com a mesma. Este contém arquivos com os dados que foram inseridos ou criados, que vão fornecer ao usuário um meio económico de gerir uma ampla quantidade de dados gerados por organizações de manutenção. Portanto o programa mais não é que um recurso para auxílio da gestão da manutenção, não atuando na operação de manutenção em si.

Um dos principais requisitos deste programa é que ele possua uma consulta online de todos os pedidos efetuados de trabalhos a realizar. Ao visualizar a fila de pedidos do programa, devem estar disponíveis para cada um dos pedidos, as seguintes informações:

- Equipamento onde o trabalho deve ser feito;
- Descrição do trabalho a ser feito;
- Prioridade do trabalho;
- Data da submissão;
- Estado atual;
- Estimativas de quanto tempo será necessário para executar o trabalho;
- Custos associados ao trabalho (de mão de obra e de material).

A título exemplificativo é apresentado de seguida a aparência de um programa de apoio à gestão de edifícios, no caso o "*ManWinWin*".

Ao abrir o programa pode ser visualizado o estado geral da organização de uma forma simples e imediata, Figura 7. Através dos gráficos apresentados na figura é possível verificar para os trabalhos realizados nos últimos doze meses que tipo de intervenção foi realizada (preventiva ou corretiva), quantidade de trabalhos que ainda se encontram em curso e os que estão programados.

3. Gestão da Manutenção de Edifícios

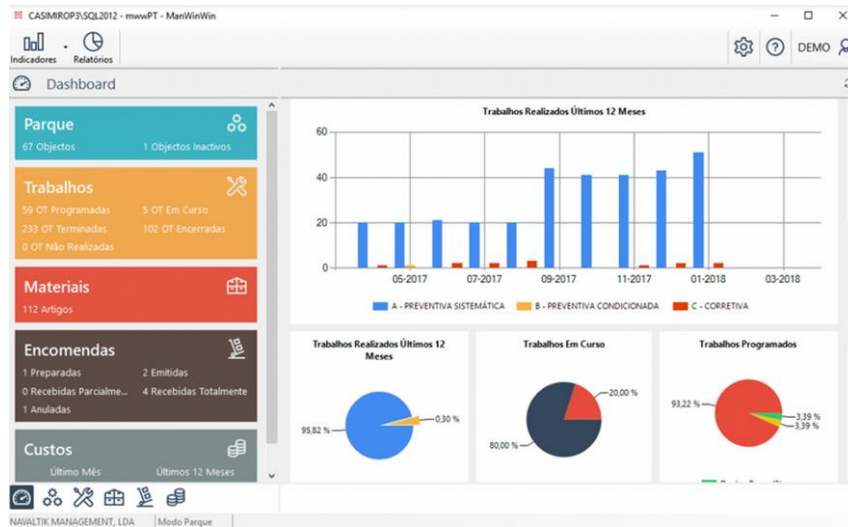


Figura 7: Programa de gestão de edifícios: Painel Geral

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

Este painel geral do programa fornece ainda outras informações, entre outras: o estado geral dos ativos, os custos de manutenção por ativo e as quantidades em stock.

No separador “Parque” do programa o conteúdo diz respeito à gestão dos equipamentos da organização. Cada equipamento é acompanhado de um registo das suas características técnicas, imagens e qualquer tipo de documento relevante. Através do histórico de funcionamento do equipamento é possível fazer projeções de atividade do mesmo.

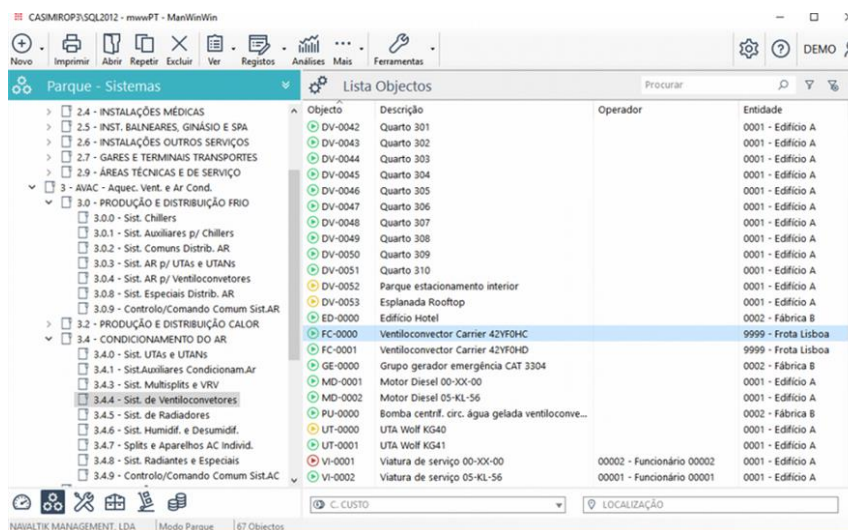


Figura 8: Programa de gestão de edifícios: Equipamentos

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

No separador “Trabalhos” é tratado o planeamento e gestão da manutenção sob a forma de Ordens de Trabalho, Figura 9, sendo possível neste:

- Programação de trabalhos preventivos com base em ciclos de manutenção;
- Gestão dos trabalhos de toda a equipa de manutenção;
- Gestão de planos de manutenção e trabalhos associados a cada equipamento, por calendário, registos ou ambos;
- Planeamento e registo de recursos HH, materiais e serviços de terceiros aplicados a cada equipamento, ordem de trabalho ou centro de custo;
- Gestão dos tempos de manutenção e cálculos de indisponibilidade;
- Comparação, em tempo real, dos custos planeados com os custos reais, de modo a ter um melhor controlo de todos os trabalhos de manutenção;
- Análises aos desvios do planeamento de manutenção.

Figura 9: Programa de gestão de edifícios: ordem de Trabalho

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

No programa existe a possibilidade de criar indicadores de manutenção, como demonstrado na Figura 10, a partir de parâmetros automáticos (do sistema) ou manuais (inseridos pelo utilizador).

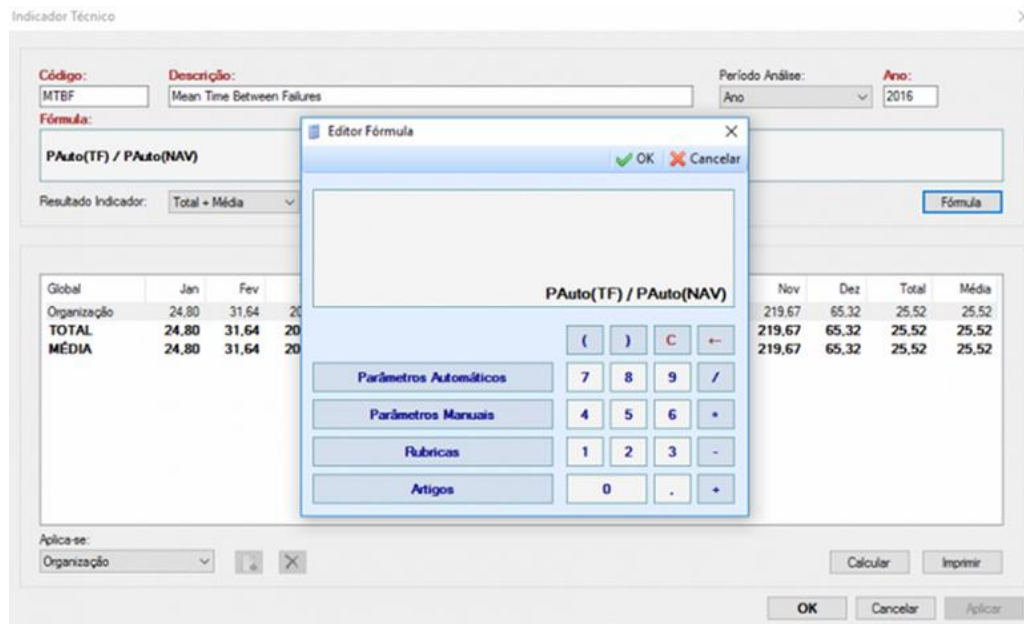


Figura 10: Programa de gestão de edifícios: criação de indicadores de manutenção

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

O programa realiza análises comparativas, evolutivas e automáticas por equipamento, sistema, centro de custo ou outra entidade; relatórios de trabalhos com gráficos de barras ou de queijo para todo o tipo de informação de manutenção existente, Figura 11, e ainda o cálculo de indicadores técnicos, económicos e organizacionais de manutenção de acordo com as normas internacionais.

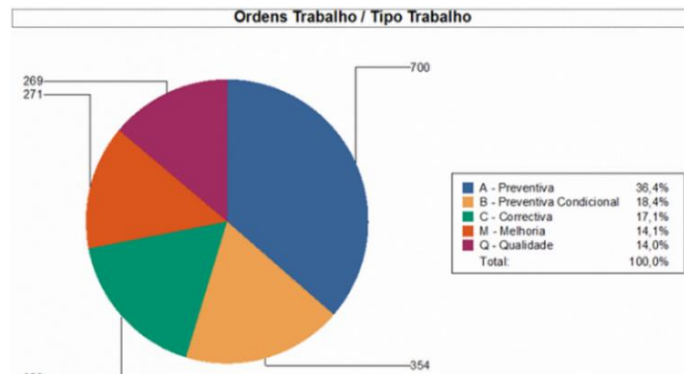


Figura 11: Programa de gestão de edifícios: manutenção efetuada

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

A figura seguinte, Figura 12, exhibe a configuração no programa da submissão de um novo pedido, sendo possível o acompanhamento do estado do pedido e após a sua conclusão, é feita uma avaliação de satisfação.

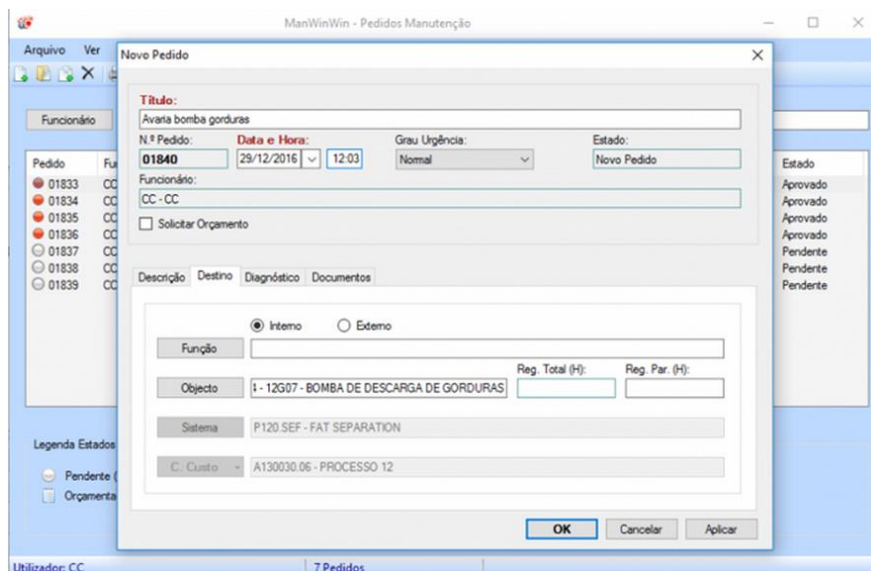


Figura 12: Programa de gestão de edifícios: novo pedido

(Fonte: <https://manwinwin.com>)

3.5.7. Sistema de gestão da energia de edifícios (EMS)

O sistema de gestão da energia corresponde na terminologia inglesa ao Energy Management System (EMS) que mais não é do que um sistema de gestão das instalações de energia, e uma aplicação do sistema de gestão da manutenção, mencionado anteriormente, mas com foco na energia.

A implementação de um sistema de gestão da energia tem como finalidade reduzir o consumo de energia, melhorar a utilização das instalações de energia, aumentar a confiabilidade e otimizar o uso de energia para reduzir custos

Ativos como inversores ou redes de energia de todos os tipos perdem eficiência energética se não forem mantidos adequadamente, ao estabelecer um sistema de gestão de energia é possível observar a deterioração e ser alertado para a necessidade de uma inspeção de acordo com o estado atual, não apenas dependendo de intervalos fixos.

Na tarefa da manutenção são usados medidores, sensores, transmissão de dados e todos os outros tipos de equipamentos de medição. A medição inteligente e a utilização de programas informatizados ajudam a manter o desempenho pretendido para os ativos, mantendo baixos os custos de controlo operacional (*Miguel et al.*, 2016).

Ao monitorizar indicadores de desempenho técnico e de energia continuamente, situações de emergência e possíveis desastres podem ser evitados. Além disso, os métodos estatísticos decorrentes da monitorização podem ajudar a detetar e interpretar desvios, valores discrepantes ou concluir séries se as leituras estiverem ausentes por algum motivo (*Miguel et al.*, 2016).

- Camada da aplicação: contém os protocolos e interfaces que os dispositivos usam para comunicar entre si. Os painéis dessas interfaces são usados para exibir e relatar informações, e permitem o controlo da IdC.
- Camada de nuvem: pode estar na forma de nuvem privada, pública ou híbrida. A nuvem é baseada na Internet e atua como uma passagem para serviços a serem entregues para e a partir do dispositivo de uma entidade. O software IdC para gestão de dados, integração e análise pode ser hospedado na nuvem, juntamente com algum armazenamento de dados.

3.6.2. Aplicação da Internet das coisas a edifícios

A internet das coisas (IdC) oferece a possibilidade de perceber em tempo real o que está a acontecer num edifício, e pode fornecer dados importantes para futura análise.

O principal objetivo da gestão da manutenção de edifícios é a aplicação de manutenção preditiva em vez da corretiva, a IdC para além de garantir a manutenção preditiva dos ativos, também pode ser usada para melhorar a gestão de espaços e obter uma melhor compreensão de como uma instalação está a ser usada (Mylonadis, 2018).

Agir com base nos dados recolhidos e analisados por meio da IdC pode ajudar a incentivar uma redução nos custos operacionais e de manutenção, reduzir o uso de energia e emissões de gases de efeito estufa e promover o bem-estar do utilizador (Mylonadis, 2018).

Existe um elevado número de aplicações da Internet das coisas no campo dos edifícios, alguns dos exemplos práticos de aplicação da IdC, são apresentados no quadro seguinte, Quadro 4.

Quadro 4: Exemplos práticos da Internet das Coisas

(Fonte: (Mylonadis, 2018))

Aplicação da IdC	Exemplo prático
<i>Sensor HVAC</i>	O ar condicionado/ aquecimento é ligado no horário ideal, com base na primeira reserva de uma sala, para garantir que a temperatura desejada seja alcançada com o mínimo desperdício de energia.
<i>Sensores de recursos (salas, secretárias, vagas de estacionamento)</i>	Os funcionários podem ver a disponibilidade da mesa e da sala de reuniões em todo o edifício.
<i>Segurança</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Alertas acionados por pessoal não autorizado em áreas restritas, além de fornecer acesso automatizado a pessoal autorizado. - Remoção de cartões de identificação com a capacidade de implantar sensores nas mãos. - Portas e equipamentos usarão o dispositivo IdC para autenticar usuários.

Após os dados gerados pelos sensores, emissores de sinais e outros dispositivos que estão integrados nas “coisas”, estes são usados para produzir informações em tempo real, análises do histórico ou prever o futuro (Mylonadis, 2018).

3.6.3. Benefícios decorrentes da Internet das coisas

As principais vantagens decorrentes da IdC residem na melhoria do conforto do utilizador, otimização dos custos operacionais e melhoria significativa no domínio da segurança dos edifícios. De seguida são abordadas estas vantagens de forma mais detalhada.

Uma das maiores áreas a beneficiar do uso da IdC é a gestão de custos. A IdC permite a recolha de dados sobre a utilização de um determinado espaço de um edifício, facilitando assim as decisões baseadas em evidências sobre o uso do espaço. Ao saber quais as áreas onde têm aumentado o uso, podem ser agendadas as atividades de limpeza e manutenção. O consumo de energia pode ser regulado com base na ocupação e fornecer o uso e eficiência em tempo real (*Mylonadis, 2018*).

Controlar a condição dos ativos permite prever quando pode ocorrer uma falha e agir antes de esta acontecer, o que levará a um maior desempenho e incremento da vida útil dos ativos.

A melhoria do bem-estar dos utilizadores dos edifícios é outro dos benefícios da IdC, o uso de sensores e sistemas inteligentes permite monitorizar e ajustar o ambiente interno em tempo real, de forma a atender às suas necessidades. O ambiente pode ser facilmente adaptado às preferências dos ocupantes, monitorizando continuamente a temperatura e a humidade do espaço. A qualidade do ar e a iluminação também podem ser monitorizadas e alteradas para garantir a satisfação dos utilizadores (*Mylonadis, 2018*).

Outra das vantagens provenientes do uso da IdC é a redução do risco. No que diz respeito à segurança, possui sistemas que podem impedir invasões, notificar as autoridades e ajudar os ocupantes a evacuar o edifício de forma segura e rápida.

3.7. Realidade aumentada para maior eficiência da gestão da manutenção

3.7.1. Introdução

Realidade aumentada (RA) é definida como uma visão direta ou indireta em tempo real de um ambiente físico do mundo real que foi melhorado/aumentado ao adicionar informações virtuais geradas por computador a este (Furth *et al.*, 2011).

A RA é interativa e regista em 3 dimensões (3D), visa simplificar a vida do utilizador, trazendo informações virtuais não apenas para o ambiente imediato, mas também para qualquer visão indireta do ambiente do mundo real. Através desta é possível melhorar a perceção e a interação do utilizador com o mundo real.

O equipamento utilizado pelos trabalhadores que realizam a manutenção com base na RA, são uns óculos de realidade aumentada, semelhantes aos apresentados na Figura 14. Ao equipar os técnicos com esta tecnologia, estes têm a possibilidade de realizar tarefas de operação e manutenção, tendo, em tempo real, acesso a colegas ou parceiros externos que não se encontram no local, e que podem assisti-los, ou ainda consultar toda a documentação de suporte associada ao equipamento alvo de intervenção.



Figura 14: Equipamento de realidade aumentada

(Fonte: <https://www.microsoft.com>)

3.7.2. Aplicação da realidade aumentada à manutenção

Quando ocorre um deficiente funcionamento de um equipamento este necessita de ser intervencionado. A disponibilidade de técnicos, com as aptidões necessárias, é crucial para restabelecer a operabilidade do mesmo o mais rápido possível. No entanto, por vezes torna-se muito difícil garantir a disponibilidade de técnicos especializados em locais distantes ou mesmo em vários locais diferentes ao mesmo tempo (*NextReality*, 2019).

A solução de realidade aumentada permite que um técnico remoto se conecte diretamente com os óculos de RA usados pelo técnico no local, e desta forma assista o seu colega na operação de manutenção, como é possível ver na figura seguinte, Figura 15.



Figura 15: Aplicação da realidade aumentada à manutenção

(Fonte: <https://www.microsoft.com>)

Ao fornecer informações importantes e relevantes no terreno de forma imediata, a implementação da tecnologia da RA aumenta a eficiência e reduz o tempo e custo de operações de manutenção (*EDP*, 2019).

Algumas das principais características da tecnologia da Realidade aumentada são descritas em seguida (*NextReality*, 2019):

- Assistência remota – O especialista remoto pode seguir e oferecer orientação para o processo de manutenção, passo a passo ao técnico local, fornecendo suporte em tempo real por recomendação vocal ou indicações visuais, sobrepostas à tecnologia no local através da visão dos óculos de realidade mista.
- Intervenções planeadas – Planeamento com antecedência da operação e até fornecimento aos técnicos de algumas informações do tipo tutorial sobre o equipamento específico sob intervenção.
- Gravação da intervenção – Os técnicos têm a possibilidade, durante todo o processo, de gravar fotos e vídeos para utilização posterior, inclusão em relatórios ou partilha do conhecimento com os demais.
- Aquisição de conhecimentos – A aprendizagem visual é muito mais atrativa e eficaz do que a tradicional.
- Acesso a informação – Acesso imediato no local a manuais, instruções ou diagramas, entre outras informações, permitindo uma manutenção mais rápida dos equipamentos.

Os sistemas de realidade aumentada podem ainda ajudar o técnico a validar cada etapa do processo e posteriormente verificar tudo o que foi feito, localizar facilmente os equipamentos que necessitam de reparação e, ainda, através de óculos de realidade aumentada, obter rapidamente instruções no local, sobre os procedimentos a adotar por forma a resolver incidentes (*EDP*, 2019).

4. Conclusões

4.1. Considerações finais

O trabalho desenvolvido permitiu conhecer os princípios e objetivos da gestão da manutenção de edifícios.

Gerir a manutenção consiste em garantir que os procedimentos que permitem cumprir os objetivos e as metas que se propõem para a manutenção são satisfeitos.

Quando se trata da manutenção de edifícios, a gestão preocupa-se sobretudo com a garantia do cumprimento das exigências legais no que respeita à organização da manutenção, gestão da qualidade do ar interior, gestão energética, assegurar a máxima disponibilidade dos equipamentos e sistemas, garantir consumos energéticos mínimos, e a resolução célere de avarias.

Um sistema de gestão da manutenção é uma ferramenta de auxílio na melhoria da atividade da manutenção. Este sistema terá que dispor, por um lado, dos recursos técnicos que possibilitem alcançar com eficácia os objetivos e, por outro, gerar informação que permita medir desempenhos, estabelecer metas e confrontar resultados. Deste modo, qualquer sistema de gestão da manutenção será suportado por um programa que melhor se adapte às necessidades da organização.

A utilização por parte das organizações de um sistema de gestão da manutenção é uma importante mais-valia, pois esta ferramenta fornece dados relevantes para o gestor do edifício, através da elaboração de relatórios e indicadores de manutenção, contribui ainda para o aumento da disponibilidade e tempo de vida útil dos equipamentos e para a consequente melhoria no controlo dos custos.

Outro dos aspetos em que o sistema de gestão da manutenção desempenha um papel importante é na diminuição da ocorrência de avarias, que é conseguido devido a um eficaz controlo das intervenções preventivas a realizar.

O sucesso da implementação de um sistema informatizado de gestão da manutenção numa organização depende de diversos fatores, se o processo não for bem-sucedido, estar-se-á a pôr em causa o potencial oferecido por esta ferramenta.

Relativamente à internet das coisas (IdC), esta torna possível que os equipamentos e recursos funcionem como peças integradas, estando ligados e com capacidade de comunicar entre eles.

A utilização da IdC no contexto da gestão da manutenção de edifícios possibilita a recolha de dados e monitorização da condição dos ativos, permitindo prever quando pode ocorrer uma falha e agir antes de esta acontecer, o que levará a um maior desempenho e incremento da vida útil.

No que respeita à realidade aumentada a operação da manutenção é beneficiada, essencialmente devido às informações importantes e relevantes fornecidas no terreno de forma imediata, com o conseqüente aumento da eficiência, redução do tempo e custos relativos a operações de manutenção. Outro aspeto importante na melhoria da operação da manutenção é o facto de as intervenções serem planeadas e com possibilidade de gravação para utilização posterior.

4.2. Desenvolvimentos Futuros

No que respeita a desenvolvimentos futuros da temática desenvolvida, propõe-se a análise comparativa de custos da manutenção realizada no modelo tradicional, versus a operacionalização da manutenção tendo por base a realidade aumentada associada a sensores instalados nos equipamentos modelados e representados tridimensionalmente.

Crê-se que a aliança de sensores, modelação BIM e realidade aumentada, aplicados aos edifícios e à sua manutenção, constitui um avanço tecnológico expressivo que terá forte incremento a médio prazo e que interessará explorar.

Referências Bibliográficas

- EDP (2019). Available at: <https://www.edp.com/pt-pt/wearables-realidade-aumentada>.
- EN 13306 (2010). Bruxelas: CEN- European Committee for standardization.
- EN 15221-1 (2006). Bruxelas: CEN- European Committee for standardization.
- EN 15221-7 (2017). Bruxelas: CEN- European Committee for standardization.
- EN 15341 (2007). Bruxelas: CEN- European Committee for standardization.
- Furth, B. et al. (2011) *Handbook of augmented reality*. Springer. doi: 10.1007/978-1-4614-0064-6.
- Hormigo, J. (2018) *Elementos de estudo da unidade curricular 'Exploração e Manutenção de Edifícios' do Mestrado em Engenharia Civil*.
- Internet Society (2019).
- Miguel, F. et al. (2016) *Building Energy Management System (BEMS) definition*.
- Mobley, K., Higgins, L. and Wikoff, D. (2008) *Maintenance Engineering Handbook*. McGraw-Hill. doi: 10.1036/0071546464.
- Moubray, J. (1999) *Reliability Centered Maintenance*. Oxford, United Kingdom: Elsevier science & technology.
- Mylonadis, H. (2018) *Internet of Things for Facilities Management*.
- NextReality (2019). Available at: <https://nextreality.com>.
- Rodrigues, R. C. (2008) *Gestão de edifícios 'FM- Facilities Management'*.
- Silva, J. (2013) *Gestão da Manutenção de Edifícios em Unidades Hospitalares- Tese de Mestrado*. Universidade do Minho.

Bibliografia Consultada

EN 15221-1 (2006) “Facility Management – Part 1: Terms and definitions. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation.

EN 15221-2 (2006) “Facility Management – Part 2: Guidance on how to prepare Facility Management agreements. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation.

EN 15221-3 (2011) “Facility Management – Part 3: Quality in Facility Management. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation

EN 15221-4 (2011) “Facility Management – Part 4: Taxonomy, Classification and Structures in Facility Management. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation

EN 15221-5 (2011) “Facility Management – Part 5: Guidance on Facility Management processes. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation

EN 15221-6 (2011) “Facility Management – Part 5: Guidance on Facility Management processes. Bruxelas. CEN - Comité Européen de Normalisation

APFM and Manvia (2017) Ciclo de conferências sobre a norma EN 15221.

Best, R., Langston, G. and Valence, G. de (2003) Workplace strategies and facilities management.

Furth, B. et al. (2011) Handbook of augmented reality. Springer. doi: 10.1007/978-1-4614-0064-6.

Kals, J. (2015) ISO 50001 Energy Management Systems What Managers Need to Know About Energy and Business Administration. Business Expert Press.

Ma, D. et al. (2011) Virtual Reality & Augmented Reality in Industry. Springer.

Miguel, F., Sanz, R.,Corredera, A.,Serna, V.,Hernández, J. et al (2016) Building Energy Management System (BEMS) definition.

Minoli, D., Sohraby, K. and Occhiogrosso, B. (2016) 'IoT Considerations, Requirements, and Architectures for Smart Buildings – Energy Optimization and Next Generation Building Management Systems', IEEE Internet of Things Journal.

Olbrich, M. et al. (2013) Augmented reality supporting user-centric building information management. doi: 10.1007/s00371-013-0840-2.

Wang, J. et al. (2015) Integrating Augmented Reality into Building Information Modeling for Facility Management Case Studies

Lista de Websites visitados:

<http://apfm.pt> (Associação Portuguesa de Facility Management)

<https://www.iwfm.org.uk> (Institute of Workplace and Facilities Management)

<https://www.constructionglobal.com>

<https://nextreality.com>

<https://www.cnccs.gov.pt> (Centro Nacional de Cibersegurança)

<http://www.bresaer.eu> (BREakthrough Solutions for Adaptable Envelopes in building Refurbishment)

<http://www.ccg.pt> (Centro de Computação Gráfica)

<https://manwinwin.com>

<https://www.se.com> (Schneider Electric)

<https://www.microsoft.com>

