

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA

Área Departamental de Engenharia Civil

O Facility Management Aplicado à Gestão de Edifícios

ANA BRITO DE AZEVEDO VIEIRA GOMES

Licenciada em Engenharia Civil

Trabalho de Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na Área
de Especialização de Edificações

Júri:

Presidente:

Doutor Pedro Miguel Soares Raposeiro da Silva, ISEL

Vogais:

Doutora Maria Ana Carvalho Viana Baptista, ISEL (Arguente)

Especialista João António Antunes Hormigo, ISEL (Orientador)

Outubro de 2017

Resumo

O presente Trabalho Final de Mestrado, aborda, de uma forma geral, a importância do *Facility Management* na Gestão e Manutenção de Edifícios. Este tema é atual por três razões principais: necessidade de sobrevivência à crise financeira que se vivencia; urgência da adoção de medidas mais sustentáveis na concepção e gestão de edifícios, em resposta às exigências preponderantes no bem-estar e vivência das pessoas, numa sociedade que é cada vez mais competitiva; exigências regulamentares. O *Facility Management*, com a sua normativa de suporte (EN 15221 – partes 1 a 7), “regula” a gestão eficiente e otimizada dos edifícios, em linha com as preocupações da Comissão Europeia sobre a necessidade de incrementar substancialmente a eficiência energética dos edifícios a construir, ou a reabilitar (adaptado de: diretivas europeias 2010/31/EU, 2012/27/EU, Decreto-Lei 118/2013; EN 15221).

Consequentemente, o presente trabalho final de mestrado pretende: enquadrar o *FM* na gestão global de edifícios; abordar a gestão de edifícios do ponto de vista estratégico e com foco em ferramentas de gestão via *web*; estudar de que modo os edifícios podem ser dotados de sistemas que tenham como função a automação, isto é, sensorização dos seus equipamentos e sistemas, análise de dados, seriação desses dados e seu encaminhamento através de *software* adequado, para se conseguir uma melhoria do desempenho das instalações. Objetivamente pretende-se que as características dos edifícios sejam tais, que lhes permitam receber, ao longo do seu ciclo de vida, as tecnologias presentes e as que se avizinha, necessárias para que os consumos de recursos que utilizam sejam cada vez mais reduzidos, tornando-os, portanto, mais sustentáveis.

Apresenta-se as mais recentes tendências na gestão avançada de edifícios:

- A contribuição da internet das coisas (*IoT*) na gestão dos edifícios, apresentando-se o conceito de edifício energeticamente eficiente.
- A contribuição das redes neuronais artificiais (*Artificial Neural Networks - ANN*) e dos algoritmos genéticos (*Genetic Algorithms – GA*)

PALAVRAS-CHAVE: *Facility Management*, Eficiência Energética de Edifícios, Sistemas de Gestão de Edifícios, *Internet of Things*, *Artificial Neural Networks*, *Genetic Algorithms*

Abstract

The present Final Master's Work deals with, in a general way, the importance of Facility Management in the Management and Maintenance of Buildings. This theme is current for three main reasons: need to survive the financial crisis experienced; The urgency of adopting more sustainable measures in the design and management of buildings, in response to the prevailing demands on people's well-being and living in a society that is increasingly competitive; Regulatory requirements. Complementing the current reason for the theme "regulatory requirements", it should be mentioned that the European directives 2010/31 / EU, 2012/27 / EU and Decree-Law 118/2013 of 20 August have imposed a lot of measures that require buildings to be more energy efficient. Facility Management, with its supporting regulations (EN 15221 - Parts 1 to 7), "regulates" the efficient and optimized management of buildings, in line with the European Commission's concerns about the need to substantially increase energy efficiency of buildings to be built or rehabilitated (adapted from: European directives 2010/31 / EU, 2012/27 / EU, Decree-Law 118/2013, EN 15221).

Consequently, the present master's thesis aims to: frame the FM in the global management of buildings; Approach building management from a strategic point of view and focusing on web management tools; To study how buildings can be equipped with systems that have the function of automation, that is, the sensing of their equipment and systems, data analysis, serialization of these data and their routing through appropriate software, to achieve a performance improvement of the installations. Objectively, it is intended that the characteristics of buildings be such as to enable them to receive, throughout their life cycle, the technologies present and those that are close, necessary for the consumption of resources that they use to be increasingly reduced, making them, therefore, more sustainable.

The latest trends in advanced building management are presented:

- The contribution of the Internet of Things (IoT) in the management of buildings, presenting the concept of energy efficient building.
- The contribution of Artificial Neural Networks (ANN) and Genetic Algorithms (GA) to the latest and most advanced building management.

KEY WORDS: Facility Management, Energy Efficiency of Buildings, Building Management Systems, Internet of Things, Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	12
MOTIVAÇÃO	14
OBJETIVOS	15
CAPÍTULO I – FACILITY MANAGEMENT	17
1.1 - OBJETIVOS DO FACILITY MANAGEMENT.....	17
1.2 - HISTÓRIA DO FM.....	21
1.3 - O PAPEL DESEMPENHADO PELO FM EM PORTUGAL	23
1.4 - AS NORMAS DE FM: EN 15221: PARTES 1, 2, 3, 4, 5, 6 E 7.....	24
1.4.1 - INTRODUÇÃO	24
1.4.2 – RESUMO SUCINTO DO ÂMBITO DE APLICAÇÃO DAS NORMAS EN 15221 – 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7	26
1.5 – A NORMA EN 15221 – 7 – LINHAS DE ORIENTAÇÃO PARA O DESEMPENHO EM BENCHMARKING.....	30
1.5.1 – TIPOS DE BENCHMARKING.....	30
1.5.2 – CONTEÚDO DO BENCHMARKING.....	31
1.5.3 – MEDIÇÃO DO BENCHMARKING.....	33
1.5.4 – COMPARADOR DE BENCHMARKING.....	34
1.5.5 – DOMÍNIO DO BENCHMARKING.....	35
1.5.6 – FREQUÊNCIA DO BENCHMARKING	36
1.5.7 – RESULTADOS DO BENCHMARKING	37
1.5.8 – PROCESSO DE BENCHMARKING.....	42
CAPÍTULO II – GESTÃO DE EDIFÍCIOS	51
2.1 - ENQUADRAMENTO	51
2.2- GESTÃO ESTRATÉGICA DE EDIFÍCIOS	52
2.2.1 - ENQUADRAMENTO	52

2.2.2 – SOFTWARE PARA A GESTÃO DE EDIFÍCIOS	53
2.2.3 – GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	56
2.2.4 – INDICADORES ESPECÍFICOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO	58
2.2.5 – ANÁLISES GRÁFICAS.....	73
2.2.6 – QUADRO DE BORDO	73
2.3 – SISTEMAS INFORMATIZADOS DE GESTÃO DE EDIFÍCIOS BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS – BMS)	74
2.3.1 – INTRODUÇÃO	74
2.3.2 – CADASTRO	74
2.3.3 – ESPECIALIDADES DA ÁREA TÉCNICA	76
2.3.4 – CARACTERIZAÇÃO DOS BENS	76
2.3.5 – REGISTO DOS OBJETOS DE MANUTENÇÃO	76
2.3.6 – INFORMAÇÃO ASSOCIADA A UM OBJETO DE MANUTENÇÃO ...	77
CAPÍTULO III – MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS	78
3.1 – INTRODUÇÃO.....	78
3.2 – TIPOS DE MANUTENÇÃO	79
3.2.1 – INTRODUÇÃO	79
3.2.2 – MANUTENÇÃO CORRETIVA.....	79
3.2.3 – MANUTENÇÃO PREVENTIVA	81
3.2.4 – MANUTENÇÃO PREDITIVA	82
3.2.5 – MANUTENÇÃO DETETIVA.....	84
3.2.6 – ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	84
3.3 – MANUTENÇÃO E CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO	84
3.3.1 – INTRODUÇÃO	84
3.3.2 – FACTORES QUE INFLUENCIAM O TEMPO DE VIDA ÚTIL DE UM EDIFÍCIO.....	85
CAPÍTULO IV – A EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS – NZEB, IoT, ANN e GA, APLICADOS A EDIFÍCIOS.....	87

4.1 – ENQUADRAMENTO.....	87
4.2 – EDIFÍCIOS EFICIENTES DO PONTO DE VISTA ENERGÉTICO	89
4.3 - EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: A LEGISLAÇÃO PORTUGUESA.....	94
4.4 – IoT E O SEU CONTRIBUTO PARA UM EDIFÍCIO ENERGETICAMENTE EFICIENTE.....	100
4.4.1 - ENQUADRAMENTO	100
4.4.2 - A INFRAESTRUTURA DA IoT.....	101
4.4.4 – QUANTO VALE A IoT?.....	104
4.4.5 – IoT, FM e NZEB	106
4.5 – REDES NEURONAIAS ARTIFICIAIS E ALGORITMOS GENÉTICOS	108
4.5.1 – REDES NEURONAIAS ARTIFICIAIS.....	108
4.5.2 – ALGORITMOS GENÉTICOS	109
4.5.3 - PREVISÃO DE CONSUMOS DE ENERGIA	109
CAPÍTULO V – CONCLUSÕES.....	111
BIBLIOGRAFIA	113
ANEXOS	116

Índice de figuras

Figura 1 - Ciclo de gestão da qualidade no âmbito dos processos de <i>FM</i>	19
Figura 2 - Âmbito Global do <i>FM</i>	20
Figura 3 - Modelo de gestão de <i>facilities</i> . Fonte: EN 15221 – 1 (<i>CEN - Comité Européen de Normalisation</i> , 2006a)	26
Figura 4 - Classificação dos tipos de <i>Benchmarking</i>	30
Figura 5 - Processo de <i>Benchmarking</i>	42
Figura 6 - Registos de Funcionamento (adaptado de Hormigo, 2016)	66
Figura 7 - Análise de Regressão (adaptado de Hormigo (2016)).....	68
Figura 8 - Conceito <i>NZEB</i> (adaptado de GONÇALVES, H. – Em direção aos Edifícios de Balanço Energético Zero. Jornadas da climatização, Ordem dos Engenheiros, 2011)	94
Figura 9 - Imagem de <i>IoT</i> (adaptado de Brown, E, 2016 – Who needs the <i>IoT</i> ?)	101
Figura 10 - A internet das coisas (adaptado de Brown, E, 2016, “Who needs the <i>IoT</i> ? “)	104
Figura 11 - Instalação fabril gerida por robots (adaptado de Think Act – Industry 4.0 – Roland Berger Strategy Consultants, 2016)	108

Índice de tabelas

Tabela 1 - Objetivos e âmbitos típicos de <i>Benchmarking</i>	36
Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de <i>NZEB</i>	97
Tabela 3 - Esquema de simplificação legislativa.....	102

Lista de Acrónimos

ADENE – Agência para a Energia

ANN – Artificial Neural Networks

APFM – Associação Portuguesa de Facility Management

APREN – Associação Portuguesa de Energias Renováveis

AQS – Águas Quentes Sanitárias

BIM – Building Information Modeling

BMS – Building Management Systems

C- AM – Computer-Aided Maintenance

CEN – Comité Européen de Normalisation

CEM – Custo de Engenharia de Manutenção

CLM – Custos de Logística de Materiais

CMCNP – Custos Manutenção Corretiva Não Planeada

CMCP – Custos Manutenção Corretiva Planeada

CMD – Custos Manutenção Detetiva

CMM – Computurized Maintenance System

CMPR – Custos Manutenção Preditiva

CMTBF – Calendar Mean Time Between Failures (Tempo médio de calendário entre avarias)

CP – Custos de Pessoal

CPI – Custos Pessoal Interno

CPE – Custos Pessoal Externo

CSE – Custos Serviços Exteriores

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

DH – Data Hora

EAMS – Enterprise Asset Management Systems

EMS – Energy Management Systems

ERP – Enterprise Resource Planning

EU – European Union

E-PB – Energy – Plus Building

Euro FM – European Facility Management Network

FM – Facility Management

FMD – Funcionamento Médio Diário

FTE – Full time equivalent

GA – Genetic Algorithms

GTC – Gestão Técnica Centralizada

HHAC – Horas Homem em Acidentes Pessoais

HHE – Horas Homem Externo

HHEM – Horas Homem Engenharia de Manutenção

HHI – Horas Homem Interno

HHMCNP – Horas Homem na Manutenção Corretiva Não Planeada

HHMCP – Horas Homem Manutenção Corretiva Planeada

HHMD – Horas Homem Manutenção Detetiva

HHMPD – Horas Homem Manutenção Preditiva

HHMPV – Horas Homem Manutenção Preventiva

HHT – Horas Homem Trabalhador

HHX – Horas Homem Extraordinário

HSSE – Health, Safety, Security and Environmental

H2M – Human To Machine

IEE – Índice Eficiência Energética

IoT – Internet of Things (Internet das coisas)

ITIA – Indicador de Tempo de Indisponibilidade por Avaria

IFMA – International Facility Management Association

IPQ – Instituto Português da Qualidade

KPI – Key Performance Indicator (Indicador chave de desempenho)

MTBF – Mean Time Between Failure (Tempo médio de funcionamento entre avarias)

MTTR – Mean Time To Repair (Tempo médio de reparação)

MWT – Mean Wait Time (Tempo médio de espera)

M2H – Machine To Human

NAC – Número de Acidentes

NAV – Número de Avarias

NFA – Net Floor Area (Área de piso útil)

NFMA – National Facility Management Association

NOT – Número de Ordens de Trabalho

NOT CP – Número de Ordens de Trabalho Conforme Planeado

NPT – Número de Pedidos de Trabalho

NZEB – Nearly Zero-Energy Building

OPEX – Operational Expenditure (Despesas Operacionais)

OT – Ordem de Trabalho

PIB – Produto Interno Bruto

QAI – Qualidade do Ar Interior

QoS – Quality of Service

RECS – Regulamento Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento dos Edifícios de Habitação

REHV – Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations

SADI – Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios

SCE – Sistema Certificação Energética

SLA – Service Level Agreement (Acordo de nível de serviço)

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TC – Tempo de Calendário

TDE – Tempo de Espera de Atendimento

TDTR – Tempo de Disponibilidade em Tempo Requerido

TF – Tempo de Funcionamento

TIA – Tempo de Indisponibilidade por Avaria

TIM – Tempo de Indisponibilidade por Manutenção

TIP – Tempo de Indisponibilidade por Manutenção Programada

TITR – Tempo de Indisponibilidade em Tempo Requerido

TM – Tempo de Manutenção

TR – Tempo de Reparação

TRQ – Tempo Requerido

TRU – Tempo de Reparação de Urgência

VSA – Valor de Substituição de Ativos

VMM – Valor Médio Materiais

ZEB – Zero Emission Building

INTRODUÇÃO

O *Facility Management* é uma atividade que teve o seu começo nos Estados Unidos da América no início do século passado, tendo registado uma enorme evolução após os anos sessenta do século XX, e que atualmente se desenvolve, de forma estruturada, em vários países europeus, em organizações públicas ou privadas, que pretendem gerir eficientemente os seus edifícios, utilizando os conceitos definidos nas normas de *FM* (EN 15221 – 1 a 7), para dar suporte às suas atividades principais (adaptado de EN 15221) .

Na Europa, a “disciplina” de *Facility Management* encontra-se ancorada na *Euro FM* (*European Facility Management Network*), que é composta por mais de 60 organizações todas elas centradas e especializadas neste campo. Esta entidade tem como principais objetivos a difusão, melhoria e desenvolvimento da atividade de *FM* na Europa, assim como a sua aplicação prática, impulsionando a formação na área, de forma a definir as melhores práticas e a partilhar experiências no campo do *FM*.

Em Portugal, foi criada em setembro de 2006 a APFM (Associação Portuguesa de *Facility Management*) que surge a partir de um desafio lançado pela *IFMA* (*International Facility Management Association*), de Espanha. A criação da APFM deveu-se à iniciativa de profissionais e empresas, com o objetivo de desenvolver a investigação, promover a profissão de “*Facility Manager*”, reconhecida em todo o mundo e facilitar o contacto entre profissionais do setor (adaptado de *IFMA*).

Ligada à atividade de *FM*, está a profissão de “*Facility Manager*”, que pode ser desempenhada por engenheiros, arquitetos, gestores ou economistas pois o seu objetivo principal é gerir eficientemente edifícios, pessoas e todas as áreas e disciplinas que envolvem a gestão de um imóvel e todos os serviços com eles relacionados sendo as competências técnicas para exercer este cargo bastante variadas por ser uma área tão abrangente.

No domínio da engenharia civil esta atividade está essencialmente direcionada para as obras de manutenção, de reabilitação ou de alteração de uso de um edifício. Na mudança de espaços, na alteração de funcionalidades ou para ampliações ou alterações de construções existentes, compete ao “*Facility Manager*” intervir, cumprindo o programa pré-estabelecido pela organização a nível estratégico, gerindo os espaços, as infraestruturas e controlando custos (de exploração – OPEX) de forma a otimizar o funcionamento do ativo imobiliário.

O *Facility Management Institute* define o seguinte conceito: “*Facility Management* é a prática de coordenar a parte física do local de trabalho com as pessoas e os trabalhos da organização integrando os princípios da administração de empresas, a arquitetura, a engenharia e ciências comportamentais. (“*IFMA - International Facility Management Association*,” n.d.)

O *FM* tem portanto a sua ação centrada na gestão de edifícios, o que engloba as atividades diárias que são necessárias aplicar a um edifício, após a sua construção, de forma a que o seu desempenho seja otimizado e que se consigam obter durante o máximo de tempo possível as respostas funcionais para que foi concebido, recorrendo para esse fim a planeamento estratégico, integrando pessoas, lugares, processos e tecnologia de forma a alcançar a qualidade desejada e ainda reduzir custos (adaptado de: *IFMA*; EN 15221).

MOTIVAÇÃO

A maior motivação para encarar um trabalho desta natureza consiste em estudar um tema que ainda foi pouco explorado, contribuindo assim para algo que não se encontra estagnado e demasiado abordado.

O tema deste trabalho surge então através da seguinte abordagem: Contribuição do *FM* e das modernas tecnologias de controlo de equipamentos e sistemas na melhoria da eficiência da gestão dos edifícios de uma organização. Pretende-se estudar de que forma se podem otimizar custos, garantindo edifícios autossustentáveis energeticamente, isto é, edifícios com necessidades quase nulas de energia, *NZEB (Nearly Zero-Energy Building)*.

Nos dias de hoje já nos deparamos com alguns edifícios que evoluíram em resposta às necessidades de mudança e avanços tecnológicos, e que têm vindo a ser adaptados às exigências cada vez mais crescentes do mundo atual, os denominados edifícios inteligentes.

O “*Intelligent Building Institute*” define um edifício inteligente como: “aquele que proporciona um ambiente produtivo e económico através da otimização de quatro elementos básicos: estrutura, sistemas, serviços e gestão e a inter-relação entre eles”.

A elaboração de um trabalho que agrega o *FM*, a normalização em *FM*, a Gestão e a Manutenção de Edifícios, e a “inteligência” aplicada à gestão dos edifícios para os tornar mais eficientes, surge como uma oportunidade de agregar, integrar e ampliar conhecimentos, numa temática recente em Portugal, e ainda pouco desenvolvida no curso de civil.

OBJETIVOS

Nos dias que correm há cada vez mais uma maior necessidade de corresponder às necessidades energéticas que são preponderantes nas vivências e no bem-estar das pessoas, numa sociedade competitiva.

O objetivo deste trabalho consiste no enquadramento da área de *FM* e na sua contribuição para a melhoria da eficiência da gestão dos edifícios de uma organização, utilizando as ferramentas de gestão definidas nas normas de *FM*, bem como as modernas tecnologias de controlo de equipamentos e sistemas técnicos. Será desenvolvida a temática da manutenção dos edifícios, cujo contributo é essencial para uma melhoria da eficiência da gestão dos mesmos. Pretende-se, assim, evidenciar a relevância que a manutenção assume na adequada exploração, bom desempenho e controlo de custos na fase de vida útil dos edifícios. Abordar-se-á, no final do presente trabalho, um tema muito recente, isto é, a contribuição da internet das coisas (*IoT*) para a gestão dos edifícios e apresenta-se o conceito de edifício energeticamente eficiente. Pretende-se demonstrar que com recursos avançados de tecnologia, é possível melhorar o comportamento energético dos edifícios. Outro tópico apresentado é o das Redes Neurais Artificiais e Algoritmos Genéticos, com o objetivo de conseguir obter previsões para consumos de energia em edifícios, ao longo do seu ciclo de vida.

Apresentam-se sumariamente os tópicos que se pretendem desenvolver em cada um dos capítulos que irão ser elaborados. Estes tópicos destinam-se a sumarizar de forma organizada os subcapítulos a desenvolver.

Consequentemente, os capítulos a desenvolver serão os seguintes:

- Capítulo I – *Facility Management*
 - Objetivos do *FM*
 - História do *FM*
 - O papel desempenhado pelo *FM* em Portugal
 - Normas EN 15221: partes 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7

- Capítulo II – *Gestão de Edifícios*
 - Enquadramento
 - Gestão Estratégica de *Facilities*

- Gestão Técnica
- *Building Management Systems (BMS)*

- Capítulo III - Manutenção de edifícios
 - Introdução
 - Tipos de manutenção
 - Manutenção e ciclo de vida de um edifício

- Capítulo IV – NZEB, IoT, Redes Artificiais Neurais e Algoritmos Genéticos
 - Enquadramento
 - Edifícios eficientes do ponto de vista energético
 - Edifícios energeticamente eficientes - A legislação portuguesa
 - *IoT* e o seu contributo para um edifício energeticamente eficiente
 - Redes neuronais artificiais e algoritmos genéticos

- Capítulo V - Conclusões

CAPÍTULO I – FACILITY MANAGEMENT

1.1 - OBJETIVOS DO FACILITY MANAGEMENT

O *Facility Management* surge perante a necessidade de melhorar e otimizar processos, produtos ou serviços das organizações. A *International Facility Management Association* define o *Facility Management* como: “*The practice of coordinating the physical workplace with the people and work of the organization; integrates the principles of business, architecture, and the behavioral and engineering sciences*”(“*IFMA - International Facility Management Association,*” n.d.), traduzida pela prática de coordenar o posto de trabalho físico com as pessoas e o trabalho da organização; integra os princípios da administração de empresas, arquitetura, e das ciências comportamentais e da engenharia.

Tanto as organizações públicas como as privadas, recorrem a edifícios, ativos e serviços, que servem de suporte às suas atividades principais recorrendo, para alcançar esse objetivo, a serviços de *Facility Management*. De forma a que seja obtido um impacto direto, tanto na eficácia como na eficiência das atividades principais de cada organização, estas apoiam-se tanto nos seus processos principais para alcançarem objetivos estratégicos, como em processos de suporte que serão fornecidos por prestadores de serviços, internos ou externos (adaptado de *IFMA*).

As áreas de aplicação do *Facility Management* podem ser agrupadas de acordo com os requisitos do cliente em (Hormigo, 2016):

- Espaços e infraestruturas: serviços como acomodação, ambiente de trabalho, mobiliário, equipamentos e máquinas, limpeza, fornecimento de energia e climatização.
- Pessoas e organização: saúde, segurança, proteção, hospitalidade, recursos humanos.

Na utilização do *FM* é importante implementar um processo de gestão da qualidade do seu desempenho, sendo este processo realizado por atividades desempenhadas nos três níveis da organização, como se pode observar na figura 1 (*CEN - Comité Européen de Normalisation, 2011*):

- Nível estratégico – Enquadram-se neste nível, os processos de controlo dos níveis de satisfação das necessidades dos clientes e de averiguação se os objetivos da organização são atingidos a longo prazo, mediante (Hormigo, 2016):
 - A definição da estratégia do *FM* em conformidade com a estratégia da organização;
 - A definição de políticas e de linhas de orientação em matéria de espaços, ativos, processos e serviços;
 - A implementação de uma análise de risco e definição do rumo para adaptar mudanças na organização;
 - A implementação de *SLA* e monitorização de *KPI*;
 - A gestão do impacte dos *facility services* sobre as atividades principais, o ambiente exterior e a comunidade;
 - A manutenção de relações com autoridades, locatários e locadores, parceiros estratégicos, associações, etc;
 - A supervisão da organização de *FM*.

- Nível tático – Enquadram-se neste nível, os processos de controlo dos níveis de satisfação das necessidades do consumidor e de averiguação se os indicadores de gestão dos serviços são atingidos, através da aplicação dos objetivos estratégicos mediante (Hormigo, 2016):
 - A implementação e monitorização de linhas de orientação para estratégias;
 - O desenvolvimento de planos de negócios e orçamentos;
 - A tradução de objetivos de *FM* em requisitos de nível operacional;
 - A definição de *SLA* e interpretação de *KPI* (desempenho, qualidade, risco e valor);
 - A monitorização do cumprimento de leis e regulamentos;
 - A gestão de projetos, processos e acordos;
 - A gestão da equipa de *FM*;
 - A adaptação a mudanças e a comunicação das mesmas;
 - A comunicação com prestadores de serviços internos ou externos a nível tático.

➤ Nível operacional - Enquadram-se neste nível, os processos de controlo dos níveis de satisfação do utilizador final e de averiguação se os indicadores relativos às tarefas operacionais são atingidos, mediante (Hormigo, 2016):

- A prestação de serviços em conformidade com o *SLA*;
- A monitorização e verificação dos processos de prestação dos serviços;
- A monitorização dos prestadores de serviços;
- A receção dos pedidos de serviços;
- A recolha de dados para avaliações de desempenho, *feedback* e exigências dos utilizadores finais;
- O reporte para o nível tático;
- A comunicação com prestadores de serviços internos ou externos a nível operacional.

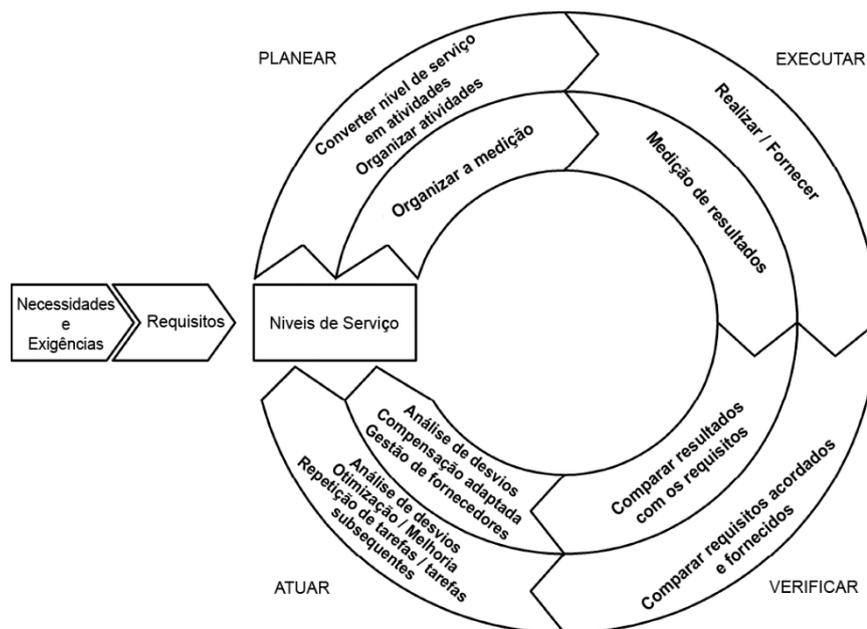
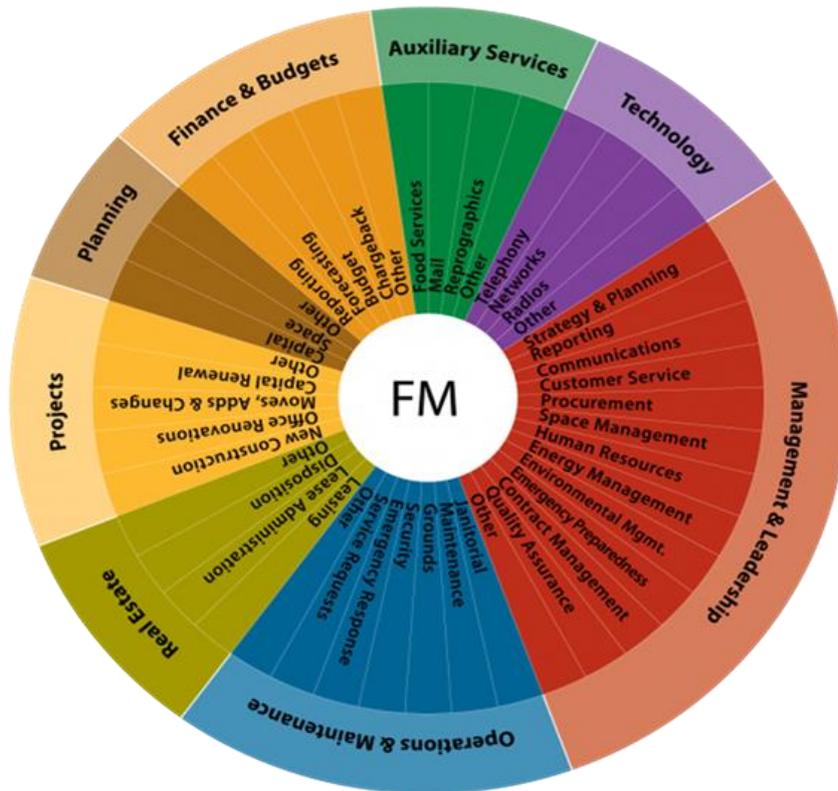


Figura 1 - Ciclo de gestão da qualidade no âmbito dos processos de *FM*

Fonte: EN 15221 – 1 (CEN - Comité Européen de Normalisation, 2006a)

Tendo sido já definido o conceito de *FM*, na figura 2 apresenta-se a representação visual do âmbito global do *FM*. No presente trabalho serão tratados aspetos referentes aos setores da gestão, da operação e manutenção e da área tecnológica.



Copyright 2011 Michel Theriault, www.strategicadvisor.ca

Figura 2 - Âmbito Global do *FM*

1.2 - HISTÓRIA DO FM

No início da década de 1970 deu-se a evolução do *FM* no Estados Unidos, tendo o primeiro passo ocorrido em dezembro de 1978 pela *Herman Miller Research Corp.* que ao organizar a conferência “*Influência da Instalação na Produtividade*” unia os três futuros fundadores da *NFMA (National FM Association)*: George Graves, Charles Hitch e David Armstrong, que ao manifestarem a necessidade da criação de uma organização com profissionais da indústria privada deram origem a este projeto, em maio de 1980.

Em 1981 o nome da *NFMA* foi mudado para *IFMA (International Facility Management Association)*, sendo atualmente a maior associação do ramo e a mais reconhecida pelos profissionais da área. Esta atividade tornou-se então uma atividade interdisciplinar que se dedica à pesquisa e investigação das melhores práticas no que toca à gestão de edifícios.

Em 1982, um dos fundadores do *IFMA*, David Armstrong, descreveu um dos princípios base o *FM*: integrar pessoas, processos e lugares.

Em 1984 surge o *FM* na Europa através do arquiteto britânico Sir Frank Duffy com a utilização do conceito na elaboração de projetos de escritórios. No entanto, só em 1993 é que foi registada oficialmente a *European Facility Management Network (EuroFM)*, tendo entre 1993 e 2002 ocorrido o desenvolvimento do *FM* em cada um dos mercados europeus, tanto no ramo da gestão imobiliária como a prestar serviços de suporte de *FM*.

A atividade de *FM* não se desenvolveu de igual forma em todo o mundo, bem como a sua identidade não é igual em todos os países em que é utilizada sendo que, de acordo com a *EuroFM* (“*EuroFM - European Facility Management Network,*” n.d.), esta atividade foi desenvolvida de acordo com a cultura, língua e legislação de cada país.

O mercado europeu de *FM* foi marcado em 2006 pela definição de (“*EuroFM - European Facility Management Network,*” n.d.):

- Uma classificação, taxonomia e estrutura para *FM*
- Medição de espaços e áreas de edifícios existentes ou planeados
- Orientação sobre qualidade
- Orientação sobre os processos

Na Europa, o *FM* é considerado o maior mercado de serviços empresariais e estima-se que tenha um valor de 640 mil milhões de euros, de acordo com Sven Teichmann

(*European Facility Management Conference*, Glasgow, 2015). Outros especialistas estimam que este mercado vale entre 5% e 8% do PIB (Produto Interno Bruto) consoante o país e a evolução do *FM* no mesmo.

De acordo com a *EuroFM* ("*EuroFM - European Facility Management Network*," n.d.), esta atividade cresceu ao longo dos anos e integra agora, pessoas, locais e processos dentro da organização.

1.3 - O PAPEL DESEMPENHADO PELO FM EM PORTUGAL

Em Portugal, o *Facility Management* é representado pela APFM (Associação Portuguesa de *Facility Management*) que é a entidade representativa dos profissionais relacionados com a gestão dos recursos não humanos das organizações. Esta tem como intuito o desenvolvimento, a investigação e a divulgação do *FM*, bem como a gestão integrada dos locais e ambientes de trabalho de forma a otimizar espaços, processos e tecnologias em prol das pessoas e organizações (“APFM - Associação Portuguesa de *Facility Management*,” n.d.).

Esta associação funciona com o objetivo de estabelecer uma relação simbiótica entre prestadores, ocupantes e proprietários, de forma a que possam discutir a gestão de espaços, auxiliar na procura de satisfação dos utilizadores e estabelecer padrões de sustentabilidade ambiental e eficiência financeira na exploração dos ativos (“APFM - Associação Portuguesa de *Facility Management*,” n.d.).

São realizadas anualmente as jornadas de *Facility Management*, com o intuito de promover a profissão e o sector, demonstrar o valor que esta atividade representa tanto em Portugal como em outros países, suscitar melhorias práticas no setor de *FM* através de uma formação de qualidade, bem como dar a conhecer as normas europeias e internacionais (“APFM - Associação Portuguesa de *Facility Management*,” n.d.).

É natural que no mundo atual, baseado numa conjuntura e economia globais, desafiantes, as organizações procurem formas mais adequadas e rentáveis de se sustentarem, sendo que esse processo passa obrigatoriamente pela procura da melhor forma de racionalização das atividades de suporte utilizadas. O *Facility Management* vem assim apresentar variadas possibilidades de investimentos futuros que levarão ao sucesso das empresas e a uma maior racionalização de custos (“APFM - Associação Portuguesa de *Facility Management*,” n.d.).

Outra vertente importante do *FM* é a necessidade de produção e divulgação de normas, ligadas ao setor. Em Portugal e por delegação do IPQ (Instituto Português da Qualidade), a Comissão Técnica CT 192 FM, está neste momento a produzir as normas de *FM*, em português, sendo que as normas 1, 2, 3, 4 estão concluídas e editadas pelo IPQ, decorrendo atualmente a produção das normas 5, 6 e 7. Este aspeto é particularmente relevante, pela importância que a normalização representa para este setor de atividade (Hormigo, 2016).

1.4 - AS NORMAS DE FM: EN 15221: PARTES 1, 2, 3, 4, 5, 6 E 7

1.4.1 - INTRODUÇÃO

As normas EN 15221, surgem da necessidade de regular e organizar eficazmente a atividade de FM na Europa, bem como uniformizar o FM no espaço Europeu. Consequentemente, o *European Committee of Standardisation (CEN)* desenvolveu e publicou as normas EN 15221, constituídas por sete normas, sendo elas designadas na língua inglesa por:

- EN 15221 – 1 – *Facility Management – Terms and Definitions*
- EN 15221 – 2 – *Guidance in how to prepare Facility Management agreements*
- EN 15221 – 3 – *Quality in Facility Management*
- EN 15221 – 4 – *Taxonomy of Facility Management*
- EN 15221 – 5 – *Processes in Facility Management*
- EN 15221 – 6 – *Space Measurement in Facility Management*
- EN 15221 – 7 – *Benchmarking,*

que nas versões em português, têm (ou terão), as seguintes designações:

- EN 15221 - 1: Termos e definições (editada)
- EN 15221 - 2: Linhas de orientação para a elaboração de acordos de *Facility Management* (editada)
- EN 15221 - 3: Linhas de orientação para a Qualidade no *Facility Management* (editada)
- EN 15221 - 4: Taxonomia, Classificação e Estruturas em *Facility Management* (editada)
- EN 15221 - 5: Linhas de Orientação para Processos de *Facility Management* (concluída e em revisão)
- EN 15221 - 6: Medições de Área e Espaço em *Facility Management* (em conclusão)
- EN 15221 - 7: Linhas de orientação para o desempenho em *Benchmarking* (concluída e em revisão)

As normas concedem estrutura, visão e orientação à atividade de *Facility Management* sobre o modo como esta deve ser integrada nas organizações. As normas também servem para impulsionar a implementação de medidas de sustentabilidade e preservação ambiental (“*EuroFM - European Facility Management Network,*” n.d.).

Assim, as normas EN 15221 estão em conformidade com o quadro de políticas climáticas e energéticas da EU que definiu três objetivos a serem alcançados pelos Estados Membros até 2020. Estes objetivos são conhecidos como metas “20/20/20” (“Apren - Associação de Energias Renováveis,” n.d.):

- Redução de 20% nas emissões de gases com efeito de estufa em relação aos níveis de 1990;
- Aumento da quota de consumo de energia da União Europeia produzida a partir de fontes renováveis para 20%;
- Melhoria de 20% na eficiência energética da União Europeia.

Perante este quadro de exigências da União Europeia a atividade de *Facility Management* desempenha cada vez mais um papel essencial dentro das organizações.

Apresenta-se de seguida um resumo do âmbito de aplicação cada uma das normas EN 15221 – 1 a 7, tendo-se optado por apresentar com maior desenvolvimento a norma EN 15221 – 7, por se considerar que desempenha um papel primordial na gestão e manutenção de edifícios, temas que constituem capítulos centrais do presente trabalho final de mestrado.

1.4.2 – RESUMO SUCINTO DO ÂMBITO DE APLICAÇÃO DAS NORMAS EN 15221 – 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7

➤ EN 15221 – 1 – Facility Management – Termos e definições

Tem como finalidade definir os termos que são utilizados no domínio do *Facility Management*, com o objetivo de (Hormigo, 2016) (*CEN - Comité Européen de Normalisation*, 2006a):

- Melhorar a comunicação entre as partes interessadas;
- Melhorar o desempenho e reduzir os custos da organização;
- Reduzir conflitos entre fornecedores e serviços internos e externos;
- Melhorar a eficácia das atividades principais e dos processos de *FM* assim como a qualidade dos resultados;
- Proporcionar informação transparente sobre custos e níveis de serviço;
- Desenvolver ferramentas e sistemas.

O *Facility Management* tem que ser encarado como um conceito transversal aos níveis de conhecimento de uma empresa, assim, esta parte 1 da norma, define o *Facility Management* como “a integração dos processos, dentro de uma organização, para manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia das suas atividades principais” (*CEN - Comité Européen de Normalisation*, 2006a).

Vem abordar a relação que existe entre a oferta e a procura, apresentando os diferentes níveis possíveis de interação. Na figura 2 está representado um diagrama explicativo da forma como o *Facility Management* dá suporte às atividades principais de uma organização:



Figura 3 - Modelo de gestão de *facilities*. Fonte: EN 15221 – 1 (*CEN - Comité Européen de Normalisation*, 2006a)

➤ EN 15221 – 2 – Linhas de orientação para a elaboração de acordos de *Facility Management*

A segunda norma, EN 15221 - 2, tem o objetivo de fornecer diretrizes para a elaboração de um acordo eficiente de *Facility Management*. Este tipo de acordo define a relação entre a organização que contrata os serviços de *facility* (cliente) e a organização que presta esses serviços (prestador de serviços) (Hormigo, 2016).

Define que o acordo de *Facility Management* deve ter em conta os seguintes princípios fundamentais (CEN - Comité Européen de Normalisation, 2006b):

- Flexibilidade;
- Critérios de desempenho (indicadores chave de desempenho (*KPI*) e níveis de serviço (*SLA*));
- Procedimentos de comunicação e auditoria;
- Melhoria contínua, boas práticas e inovação;
- Substituição de ativos e atividade do projeto.

Para a elaboração de um acordo de *Facility Management*, são definidas as seguintes fases (CEN - Comité Européen de Normalisation, 2006b):

1. Fase de elaboração pelo cliente;
2. Fase de pré-qualificação e seleção;
3. Fase de concurso/negociação;
4. Fase de elaboração do acordo;
5. Fase de assinatura.

No caso da aplicação desse mesmo acordo, são definidas as seguintes fases (CEN - Comité Européen de Normalisation, 2006b):

1. Fase de mobilização;
2. Fase de validação;
3. Fase operacional;
4. Fase de cessação.

➤ EN 15221 – 3 – Linhas de orientação para a Qualidade no *Facility Management*

A qualidade na prestação dos serviços de *Facility Management* é essencial, uma vez que a qualidade dos processos de suporte influencia diretamente as atividades principais e os objetivos da organização do cliente. Assim sendo, o cliente deve ter todos os meios necessários de forma a definir a qualidade dos serviços prestados e assegurar que a qualidade fornecida satisfaz os requisitos, exigências e necessidades da sua organização (*CEN - Comité Européen de Normalisation*, 2011).

Esta norma foi adotada pelo *CEN* em 2011 com o objetivo de fornecer diretrizes para que seja atingida a qualidade pretendida, tais como (Hormigo, 2016):

- Tornar mais claras e de mais fácil compreensão a questões relacionadas com a qualidade;
- Definir os critérios e os indicadores relativos à qualidade;
- Conceber e efetuar as medições do desempenho e qualidade do *FM*.

➤ EN 15221 – 4 – Taxonomia, Classificação e Estruturas em *Facility Management*

Esta norma foi adotada pelo *CEN* em 2011 e tem por objetivo a taxonomia, que consiste na criação de um sistema de classificação com o intuito de dar aos utilizadores uma maior capacidade de melhorar as operações do seu negócio. Fornece uma taxonomia com um modelo de relações que integra o modelo de *FM*, a matriz de processos, a estrutura dos produtos/serviços e um sistema de classificação, contribuindo assim para a eliminação de entraves à harmonização e ao comércio além-fronteiras (Hormigo, 2016).

➤ EN 15221 – 5 – Linhas de Orientação para Processos de *Facility Management*

Esta norma foi adotada pelo *CEN* em 2011 e define as diretrizes a todas as partes interessadas no *Facility Management*, em especial os prestadores de serviços e os respetivos clientes com o intuito de desenvolvimento e melhoria dos processos de apoio às atividades principais (Hormigo, 2016).

➤ EN 15221 – 6 – Medições de Área e Espaço em *Facility Management*

Esta norma tem como objetivo criar um método comum de medição de áreas e espaços e identificar a base relevante de indicadores de espaços para avaliações comparativas internas (Hormigo, 2016).

➤ EN 15221 – 7 – Linhas de orientação para o desempenho em *Benchmarking*

Esta norma define *benchmarking* como o processo para comparar estratégias, processos, e desempenhos com outras entidades com práticas da mesma natureza, nas mesmas circunstâncias e que adotam medidas idênticas (Hormigo, 2016). No capítulo seguinte desenvolvem-se os aspetos mais relevantes desta norma.

1.5 – A NORMA EN 15221 – 7 – LINHAS DE ORIENTAÇÃO PARA O DESEMPENHO EM *BENCHMARKING*

A norma europeia EN 15221 – 7, estabelece linhas de orientação para o desempenho em *benchmarking* e explicita termos e definições assim como métodos para a gestão de *benchmarking* de produtos e serviços de *Facility Management*, e ainda para organizações e operações de *Facility Management* (adaptado de EN 15221 – 7).

A norma estabelece uma base comum para o *benchmarking* de custos de *Facility Management*, áreas de pisos e impactes ambientais, bem como para a qualidade de serviço, satisfação e produtividade (adaptado de EN 15221 – 7).

Apresenta-se, de seguida, a estrutura da norma, ilustrando o que se mencionou anteriormente.

1.5.1 – TIPOS DE *BENCHMARKING*

Generalidades

Existem múltiplos aspetos que afetam o âmbito de um exercício de *benchmarking* e têm impacto sobre a seleção de dados. A figura 1 mostra uma categorização dos principais aspetos classificados em cinco tipos principais de *benchmarking*. O intuito desta classificação é apoiar os *Facility managers* 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, estabelecido mais adiante na norma (adaptado de EN 15221 – 7).

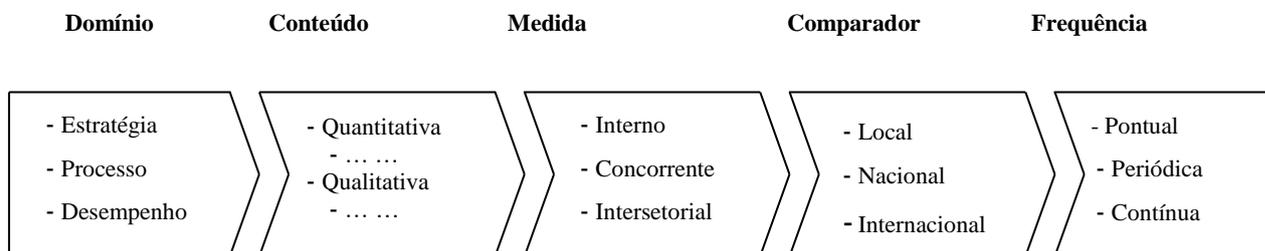


Figura 4 - Classificação dos tipos de *Benchmarking*

Consoante a finalidade de um exercício de *benchmarking*, o âmbito (isto é, o conteúdo, a medida, o comparador, o domínio e a frequência) será diferente. O quadro 1 apresenta uma lista não exaustiva de objetivos e os seus âmbitos típicos.

Objetivo	conteúdo			medida						comparador			domínio			frequência		
	estratégia	processo	desempenho	quantitativa			qualitativa			interno	concorrente	intersectorial	local	nacional	internacional	pontual	periódica	contínua
				finanças	espaço	ambiente	qualidade do serviço	satisfação	produtividade									
Identificação das opções de melhoria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Decisões de alocação de recursos	✓			✓			✓			✓	✓				✓			
Estabelecimento de prioridades para áreas problemáticas		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓			✓			
Verificação da conformidade legal		✓			✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓		
Identificação das melhores práticas	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓			
Revisão e planeamento orçamental	✓			✓	✓	✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	
Alinhamento com os objetivos corporativos	✓			✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Melhoria da eficácia dos processos		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		
Avaliação do desempenho dos bens imobiliários			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
- Avaliação da rentabilidade			✓	✓					✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
- Avaliação da utilização da área útil			✓		✓				✓	✓		✓	✓		✓	✓		
- Avaliação dos impactes ambientais			✓			✓			✓	✓		✓	✓		✓	✓		
- Avaliação das deficiências na qualidade do serviço			✓				✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
- Avaliação da satisfação dos utilizadores finais			✓					✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓		
- Avaliação da produtividade individual			✓						✓	✓		✓	✓		✓	✓		

Tabela 1 — Objetivos e âmbitos típicos de *benchmarking* (adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.2 – CONTEÚDO DO BENCHMARKING

Generalidades

O conteúdo do *benchmarking* pode ser: da estratégia, processual ou de desempenho.

➤ *Benchmarking* da estratégia

O *benchmarking* da estratégia envolve a avaliação de questões estratégicas, em vez de questões operacionais. Tipicamente com um enfoque na eficácia da utilização de recursos

à luz de objetivos corporativos, o *benchmarking* da estratégia pode ser usado para estabelecer um referencial para a revisão organizacional e informar o processo de tomada de decisões.

O *benchmarking* da estratégia pode ser utilizado para:

- O alinhamento com os objetivos corporativos;
- As decisões de alocação de recursos;
- A revisão e planeamento orçamentais.

➤ **Benchmarking do processo**

O *benchmarking* do processo diz respeito a processos de trabalho e/ou sistemas operacionais discretos. Tipicamente focado no estabelecimento de métodos para melhoria de processos, no contexto de um sistema de prestação de serviços, o *benchmarking* do processo pode ser usado para melhorar a prestação do serviço, reduzir o risco corporativo, agilizar processos e sistemas, etc.

O *benchmarking* do processo pode ser utilizado para:

- Melhorar a eficácia do processo;
- Verificar a conformidade legal;
- Estabelecer prioridades em áreas problemáticas.

➤ **Benchmarking do desempenho**

O *benchmarking* do desempenho diz respeito a contributos (*inputs*) quantitativos ou qualitativos (tais como custos, área e consumo de energia) e a resultados (*outputs*) (tais como a qualidade do serviço, a satisfação dos utilizadores finais e a produtividade), ou a uma combinação de contributos e resultados (*inputs* e *outputs*) considerados como correlacionados.

O *benchmarking* do desempenho pode ser utilizado para:

- Avaliar o desempenho de bens imobiliários;
- Avaliar a rentabilidade de custos;
- Avaliar a utilização da área;
- Avaliar os impactes ambientais;
- Avaliar deficiências na qualidade do serviço;

- Avaliar a satisfação dos utilizadores finais;
- Avaliar a produtividade individual.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.3 - MEDIÇÃO DO *BENCHMARKING*

Generalidades

A medição do *benchmarking* pode ser: quantitativa, qualitativa ou a combinação de ambas.

➤ *Benchmarking* quantitativo

O *benchmarking* quantitativo diz respeito a entidades que podem ser consideradas como tangíveis. Os dados são medidos de forma objetiva e geralmente compilados por processos comuns através de sistemas de rotina (tais como modelos de compilação de dados e sistemas de gestão de informação). O *benchmarking* quantitativo pode ser utilizado para:

- Avaliar despesas financeiras (tais como os custos operacionais ou os custos de capital);
- Avaliar a utilização da área útil (tais como o espaço por *FTE* ou a capacidade de armazenagem em metros lineares);
- Avaliar impactes ambientais (tais como o consumo de energia ou a produção de resíduos).

Observação: 1 *FTE* (*Full time equivalent*) diz respeito a número de horas semanais de trabalho. Por exemplo, se o horário de trabalho semanal de uma organização é de 40 h e é necessário garantir para uma função, 50 h semanais, estas 50 h equivalem a 1,25 *FTE*.

➤ *Benchmarking* qualitativo

O *benchmarking* qualitativo diz respeito a entidades que podem ser consideradas como intangíveis. Os dados são descritos de forma subjetiva e geralmente compilados por processos específicos através de sistemas de rotina (tais como inquéritos a grupos-alvo e colaboradores). O *benchmarking* qualitativo pode ser utilizado para:

- Avaliar a qualidade do serviço (como seja a fiabilidade ou a capacidade de resposta);
- Avaliar a satisfação (tal como a satisfação dos utilizadores finais ou dos clientes);
- Avaliar a produtividade (como seja a fidelização de clientes ou a retenção dos colaboradores).

Note-se que para efeitos de *benchmarking*, os dados qualitativos devem ser corretamente recolhidos ou transformados em pontuações quantitativas (1 = mau / discordo totalmente / totalmente irrelevante, 2 = medíocre / discordo / irrelevante, 3 = suficiente / neutro / indiferente, 4 = bom / concordo / relevante, 5 = muito bom / concordo totalmente / muito relevante).

➤ **Benchmarking combinado**

O *benchmarking* combinado diz respeito a duas ou mais entidades que podem ser consideradas como tangíveis e/ou intangíveis. Consequentemente, esta combinação permite avaliar as inter-relações e/ou os compromissos (*trade-off*) entre duas ou mais entidades. O *benchmarking* combinado pode ser utilizado para:

- Avaliar a satisfação face à utilização do espaço;
- Avaliar a qualidade do serviço face aos custos financeiros;
- Avaliar a produtividade face aos impactes ambientais.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.4 – COMPARADOR DE BENCHMARKING

Generalidades

O comparador de *benchmarking* pode ser: interno, concorrente, intersetorial.

➤ **Benchmarking interno**

O *benchmarking* interno diz respeito à comparação com práticas internas e é tipicamente utilizado para avaliar o desempenho de unidades de negócio no seio de uma organização.

O *benchmarking* interno pode ser utilizado para:

- Identificar melhores práticas (internas);

- Avaliar decisões de (re)localização;
- Avaliar o desempenho do fornecedor.

➤ **Benchmarking concorrente**

O *benchmarking* concorrente diz respeito à comparação com práticas da concorrência e é tipicamente utilizado para avaliar o desempenho face aos pares num setor de mercado. O *Benchmarking* concorrente pode ser utilizado para:

- Identificar vantagens competitivas;
- Avaliar despesas financeiras;
- Avaliar a qualidade do serviço.

O *benchmarking* concorrente também serve para comparar práticas não concorrenciais de setores de mercado, tais como organizações governamentais, organizações não lucrativas e filantrópicas.

➤ **Benchmarking intersetorial**

O *benchmarking* intersetorial diz respeito à comparação com as práticas industriais e é tipicamente utilizado para avaliar o desempenho face a organizações de outros setores de mercado. O *benchmarking* intersetorial pode ser utilizado para:

- Identificar as melhores práticas (externas);
- Avaliar impactos ambientais;
- Avaliar a produtividade.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.5 – DOMÍNIO DO *BENCHMARKING*

Generalidades

O domínio do *benchmarking* pode ser: local, nacional ou internacional.

➤ **Benchmarking local**

O *benchmarking* local implica a comparação a nível local e pode ser utilizado para:

- Avaliar variações do desempenho locais;
- Verificar os níveis de custos.

➤ **Benchmarking nacional**

O *benchmarking* nacional implica a comparação a nível nacional e pode ser utilizado para:

- Avaliar variações do desempenho regionais;
- Verificar os níveis salariais.

➤ **Benchmarking internacional**

O *benchmarking* internacional implica a comparação a nível internacional e pode ser utilizado para:

- Avaliar variações do desempenho nacionais;
- Verificar as taxas de produtividade.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.6 – FREQUÊNCIA DO *BENCHMARKING*

Generalidades

A frequência do *benchmarking* pode ser: pontual, periódica ou contínua.

➤ **Benchmarking pontual**

O *Benchmarking* pontual implica a exploração de uma situação num momento único e é tipicamente uma resposta a uma ameaça ou a uma oportunidade. O *Benchmarking* pontual pode ser utilizado para:

- Identificar exemplos de melhores práticas;
- Identificar opções de melhoria.

➤ **Benchmarking periódico**

O *Benchmarking* periódico implica a verificação de uma situação a intervalos pré-estabelecidos e é tipicamente um processo de rotina, que com frequência se realiza anualmente, para avaliar melhoria com anteriores desempenhos. O *Benchmarking* periódico pode ser utilizado para:

- Avaliar o desempenho por comparação com outros;
- Avaliar por comparação com anteriores desempenhos.

➤ **Benchmarking contínuo**

O *Benchmarking* contínuo implica a medição constante de uma situação e é tipicamente utilizado para avaliar tendências e desenvolvimentos. O *Benchmarking* contínuo pode ser utilizado para:

- Monitorizar desempenho energético;
- Avaliar causas e efeitos.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7 – RESULTADOS DO BENCHMARKING

Generalidades

Dada a complexidade do *Facility Management* e o amplo leque de atividades abrangidas por esta disciplina, é impossível determinar todas as comparações possíveis que podem ser efetuadas. O que se segue é, por conseguinte, uma lista indicativa de alguns dos comparadores chave que os *Facility managers* poderão querer avaliar para compreenderem o grau de eficácia do serviço prestado pela sua organização.

Os seis tipos de rácios predeterminados são aqueles em que os *Facility managers* e a cadeia de fornecimento poderão ser medidos. Uma vez que não existe um valor de base absoluto que permita comparar e avaliar o desempenho (não existe um “grau zero absoluto Kelvin”), o processo-padrão pressupõe que estes rácios 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 (adaptado de EN 15221 – 7).

1.5.7.1 – **BENCHMARKING FINANCEIRO**

Generalidades

O presente subcapítulo providencia uma panorâmica de pontos chave de referência para o *Benchmarking* que podem ser utilizados em *Facility Management*.

➤ **Rácios financeiros primários**

- Custos de *Facility Management* por *FTE* (valor anual);
- Custos de *Facility Management* por posto de trabalho (valor anual);
- Custos de *Facility Management* por metro quadrado de NFA – Área de Piso Útil (valor anual).

Observação: 1 *FTE* (*Full time equivalent*) diz respeito a número de horas semanais de trabalho. Por exemplo, se o horário de trabalho semanal de uma organização é de 40 h e é necessário garantir para uma função, 50 h semanais, estas 50 h equivalem a 1,25 *FTE*.

➤ **Rácios financeiros secundários**

- Custos de Espaço e Infraestrutura por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos de Pessoas e Organização por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA).

➤ **Rácios financeiros terciários**

- Custos de Espaço por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos com Exteriores por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos de Limpeza por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos com o Local de Trabalho por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos específicos com atividades principais por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos de Saúde, Segurança, Proteção e Ambiente (HSSE) por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos de Hospitalidade por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos com as TIC por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);

- Custos de Logística por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos de Apoio ao Negócio por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA);
- Custos Específicos da Organização por *FTE* (ou posto de trabalho ou m² de NFA).

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7.2 – *BENCHMARKS DE ESPAÇOS*

➤ **Rácios espaciais primários**

- Área de Piso Útil por *FTE* (m² NFA)
- Área de Piso Útil por pessoa (m² NFA)
- Área de Piso Útil por posto de trabalho (m² NFA)

➤ **Rácios espaciais secundários**

- Área de Piso Útil / Área de Construção (%)
- Área de Construção Interior / Área de Construção (%)
- Área Bruta / Área de Construção (%)

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7.3 – *BENCHMARKS DE AMBIENTE*

➤ **Rácios ambientais primários**

- Emissões totais de CO₂ (toneladas por ano);
- Emissões de CO₂ por *FTE* (toneladas por ano);
- Emissões de CO₂ por m² de NFA (toneladas por ano).

➤ **Rácios energéticos primários**

- Consumo total de energia (kWh por ano);
- Consumo de energia por *FTE* (kWh por ano);
- Consumo de energia por m² de NFA (kWh por ano).

➤ **Rácios de água primários**

- Consumo total de água (m³ por ano);
- Consumo total de água por *FTE* (m³ por ano);
- Consumo de água por m² de NFA (m³ por ano).

➤ **Rácios de resíduos primários**

- Produção total de resíduos (toneladas por ano);
- Produção de resíduos por *FTE* (toneladas por ano);
- Produção de resíduos por m² de NFA (toneladas por ano).

➤ **Outros resultados de ambiente**

- Espaço e Ambiente
- Exterior e Ambiente
- Local de Trabalho e Ambiente
- Utilities e Ambiente
- Saúde, Segurança e Ambiente
- Mobilidade e Ambiente
- *Procurement* (Compras) e Ambiente

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7.4 – **BENCHMARKS DA QUALIDADE DO SERVIÇO**

➤ **Resultados primários da qualidade de serviço**

- Qualidade do *Facility Management*

➤ **Resultados secundários da qualidade de serviço**

- Qualidade da Limpeza;
- Qualidade do Local de Trabalho;
- Qualidade da Segurança;
- Qualidade da Recepção e Atendimento;
- Qualidade do Fornecimento de Refeições e da Venda Automática;

- Qualidade da Gestão Documental

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7.5 – BENCHMARKING DE SATISFAÇÃO

➤ Resultados primários da satisfação

- Satisfação com o *Facility Management*

➤ Resultados secundários da satisfação

- Satisfação com o Espaço;
- Satisfação com o Exterior;
- Satisfação com a Limpeza;
- Satisfação com o Local de trabalho;
- Satisfação com a Saúde, Segurança, Proteção e Ambiente) (HSSE);
- Satisfação com a Hospitalidade;
- Satisfação com a TIC;
- Satisfação com a Logística.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.7.6 – BENCHMARKS DE PRODUTIVIDADE

Generalidades

O presente subcapítulo providencia uma panorâmica de *benchmarks* de produtividade chave, que podem ser utilizados em *Facility Management*.

➤ Resultados primários de produtividade

- Horas principais de funcionamento (relacionado com o *Facility Management*)
- Pontualidade da prestação de serviço (relacionado com o *Facility Management*)
- Disponibilidade dos *Facilities* (relacionado com a continuidade de negócio)
- Tempo de recuperação (relacionado com a continuidade de negócio)

- Rotatividade de pessoal (relacionado com os recursos humanos)
- Absentismo (relacionado com os recursos humanos)

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.8 – PROCESSO DE *BENCHMARKING*

Generalidades

Um exercício típico de *Benchmarking* pode dividir-se em três fases: a fase de preparação, a fase de comparação e a fase de melhoria.

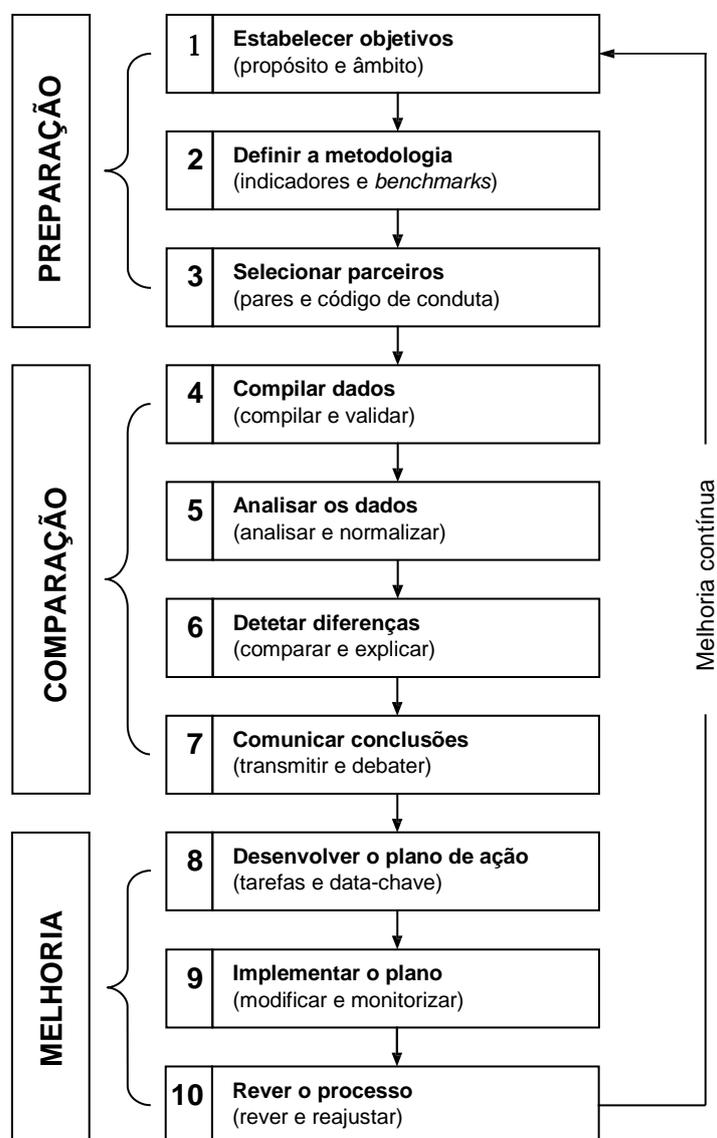


Figura 5 - Processo de *Benchmarking*

1.5.8.1 – FASE DE PREPARAÇÃO

Generalidades

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

1. Estabelecer objetivos (propósito e âmbito)

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

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, a avaliação do desempenho do imóvel. Os exercícios simples podem ter um único objetivo, enquanto os exercícios mais avançados podem ter múltiplos objetivos. Os objetivos de um exercício de *benchmarking* podem ser alargados com o passar do tempo, por exemplo, passando a incluir a melhoria do valor do ativo, medindo os contributos para os compromissos ambientais estabelecidos, etc.

De igual modo é importante clarificar o âmbito do exercício de *benchmarking*, por exemplo, especificando o que mede, o que compara, qual o domínio e qual a frequência. Os exercícios simples podem comparar uma medida, a nível interno e uma única vez, enquanto exercícios mais avançados podem comparar múltiplas medidas, tanto a nível interno como externo, e podem ser feitos periodicamente ou até mesmo de forma contínua. O âmbito de um exercício de *benchmarking* pode ser alargado de forma a incluir, por exemplo, maior quantidade de tipos de imóveis diferentes, portfólios nacionais e/ou mundiais, o desempenho tanto do proprietário como do ocupante, mais tópicos para análise relacionados com o desempenho ambiental, etc.

2. Definir a metodologia (indicadores e *benchmarks*)

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

Consoante o objetivo do exercício de *benchmarking* é importante definir indicadores claros, por exemplo, os custos por *FTE*, o espaço por posto de trabalho (orientado para os contributos (*input*)), as emissões de CO₂ por m², os resultados de produtividade (orientados para os resultados (*output*)), os resultados relativos à qualidade do serviço, os resultados relativos à satisfação (orientados para o impacto). Os exercícios simples podem focar-se num único indicador, enquanto exercícios mais avançados podem focar-se em múltiplos indicadores.

É também importante definir *benchmarks* relevantes, como por exemplo, 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*.

3. Selecionar parceiros (pares e código de conduta)

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 criar-se 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. Os exercícios mais avançados poderão ter um enfoque mais externo e usarem uma ampla variedade de comparadores.

Subsequentemente é 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. Um código de conduta exaustivo inclui princípios relativos à preparação, contacto, intercâmbio, confidencialidade, utilização, legalidade, completude e compreensão. A adesão a um tal código irá contribuir para um *benchmarking* eficiente, eficaz e ético.

NOTA: 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 passar-se à fase comparativa.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.8.2 – FASE COMPARATIVA

Generalidades

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

➤ **Compilar dados** (compilar e validar)

Tipicamente, os dados não só necessitam de ser compilados como também validados.

Em conformidade com os indicadores definidos, os dados devem ser apresentados pelos parceiros selecionados (podendo estar já disponíveis ou ser necessária a sua compilação). 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. Em primeiro lugar, os modelos e/ou questionários individuais terão de ser validados quanto à respetiva amplitude, e os campos incompletos terão de ser verificados com o respetivo parceiro. Poder-se-á também recorrer a verificações de coerência para determinar se há correspondência entre a soma dos resultados individuais e o seu total (por exemplo, a área útil da divisão mais a área da parede divisória é igual à área bruta de implantação da divisão; a energia não renovável e a energia renovável é igual à energia total). Em segundo lugar, os modelos carecem de validação coletiva no que se refere aos indicadores, e os que estiverem situados fora do grupo devem ser verificados com o respetivo parceiro. Por último, os rácios selecionados podem ser validados coletivamente, e igualmente os que estiverem situados fora do grupo devem ser verificados com o respetivo parceiro.

➤ **Analisar os dados** (analisar e normalizar)

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. Há habitualmente 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. Por exemplo, quando um grupo de parceiros no *benchmark* não é proporcionalmente representativo da composição geral do setor, poder-se-á querer utilizar estatísticas nacionais para ajudar a ponderar os dados em conformidade. A nível internacional, estas questões tornam-se mais complicadas em virtude das disparidades registadas em diversos fatores, por exemplo, nas taxas de câmbio, na fiscalidade e no IVA, assim como nas normas de contabilidade e na regulamentação, nos custos laborais médios e nas emissões de carbono.

➤ **Detetar diferenças** (comparar e explicar)

Tipicamente, as diferenças não só necessitam de ser determinadas como também explicadas.

Em linha com o propósito do exercício de *benchmarking*, as diferenças entre indicadores individuais e coletivos necessitam de ser identificadas. Quanto mais um indicador individual se afastar de um padrão de medição coletivo predefinido (por exemplo, um quartil inferior, um valor médio, um quartil superior) maior será a diferença. Por exemplo, se o objetivo for dispor de um indicador posicionado no quartil superior, mas que na realidade está mais próximo do valor médio (ou mediana), pode falar-se de uma diferença. Se as diferenças forem negativas pode dizer-se que não se atingiu a meta. Se as diferenças forem positivas pode dizer-se que a meta foi ultrapassada.

Assim que as diferenças tenham sido identificadas, será importante ver se podem ser explicadas. Em primeiro lugar, cada diferença 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. Além disso, uma multiplicidade de indicadores está inter-relacionada. Por exemplo, custos mais elevados e/ou impactos ambientais maiores podem muito bem ter a

sua explicação em espaços maiores. De igual modo, níveis mais baixos na qualidade do serviço, satisfação dos utilizadores e produtividade individual, podem ser explicados pela existência de espaços reduzidos e/ou menores despesas.

➤ **Comunicar conclusões** (transmitir e debater)

Habitualmente, as análises e diferenças não necessitam apenas de ser comunicadas, mas também debatidas.

Em linha com os objetivos gerais do exercício de *benchmarking* é necessário comunicar as conclusões. Subsequentemente, as conclusões comunicadas devem ser debatidas com todas as partes interessadas. A comunicação das conclusões pode ser feita através de uma variedade de meios, como relatórios dedicados, grupos-alvo, boletins internos ou a Intranet. O debate adicional das conclusões é importante porque pode ajudar a explicar melhor as diferenças detetadas. Logo que as conclusões sejam comunicadas e debatidas será possível elaborar o relatório final e divulgá-lo junto de uma audiência mais vasta.

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

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.5.8.3 – FASE DE MELHORIA

Generalidades

Durante a fase de melhoria poderá ser necessário desenvolver e implementar um plano de ação, bem como rever e recalibrar o processo de *benchmarking*.

1. Desenvolver o plano de ação (tarefas e datas-chave)

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.

É também importante identificar compromissos potenciais entre os diversos indicadores de desempenho. Por exemplo, reduzir os custos com o *Facility Management* numa determinada área pode muito bem ter um impacto negativo na qualidade do serviço, satisfação do utilizador final e/ou produtividade individual. Subsequentemente, poderá optar-se por reduzir determinadas diferenças em vez de as eliminar totalmente.

2. 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. No caso dos desempenhos (verificados em cada data-chave) se estarem a afastar dos níveis de desempenho desejados, recomenda-se a avaliação das tarefas que conduzam a cada data-chave e a revisão do plano de ação. É igualmente importante monitorizar cuidadosamente os compromissos entre os vários indicadores de desempenho.

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, e como último passo do processo de implementação, é importante verificar se e em que medida os objetivos funcionais foram atingidos.

3. Rever o processo (rever e reajustar)

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 almejados. Especialmente com 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.

(adaptado de EN 15221 – 7)

1.6. APLICAÇÃO DE *BENCHAMRKS* A EDIFÍCIOS

Apresentam-se em anexo (Anexo I) um conjunto de indicadores (*benchmarks*) considerados relevantes por uma organização, e a análise comparativa com edifícios análogos em Portugal, referentes a dois edifícios, como forma de ilustrar o que se referiu quanto à norma EN 15221 – 7.

Nos casos apresentados, foram considerados os seguintes *benchmarks*, tomando como base o ano de 2014:

- 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)

Para cada edifício e por indicador, são apresentados os valores de comparação com edifícios análogos no país.

É utilizado um código de cores, para se saber, por indicador, se está abaixo ou acima da média do conjunto de edifícios que serviram de base para se obterem os indicadores de desempenho por indicador, para Portugal.

Dos resultados obtidos, a organização poderá concluir qual o seu posicionamento face a congéneres e adotar medidas que corrijam desvios significativos à média dos indicadores analisados.

CAPÍTULO II – GESTÃO DE EDIFÍCIOS

2.1 - ENQUADRAMENTO

Nos subcapítulos 1.4.3 e 1.5, do capítulo I, apresentou-se o âmbito e a aplicabilidade da norma EN 15221 – 7, ao *Facility Management*.

Esta norma assume especial importância na gestão de edifícios, que se pretende eficiente, conforme se tentará evidenciar ao longo do presente capítulo.

A gestão de edifícios assume especial relevância não só para garantir adequadas condições de conforto aos utilizadores, mas também para que os custos de exploração possam ser otimizados, tal como mencionado nos capítulos anteriores do presente trabalho.

De um modo geral, para uma gestão empresarial otimizada interessa garantir (Petes, T; Waterman, R., 2006 – *In search of excellence*):

- Foco na ação – Facilitar a rápida tomada de decisão e de resolução de problemas tende a evitar controlo burocrático;
- Proximidade com o cliente – Aprender com as pessoas que o negócio serve;
- Autonomia e empreendedorismo – Promover a inovação;
- Produtividade – Tratar o pessoal como fonte de qualidade;
- Valores chave – Filosofia de gestão na prática diária e empenhamento da direção;
- Foco no que se sabe fazer- Manter-se no que se conhece;
- Estrutura simples e leve – Algumas das melhores empresas têm pouco pessoal nas Sedes;
- Rigor e flexibilidade – Autonomia nas atividades mais básicas, mas valores centralizados.

Estes princípios gerais de gestão empresarial são extensivos à gestão de edifícios. Esta gestão deve assentar nas boas práticas de *FM*, que inclui boas práticas de engenharia para se garantir o adequado desempenho dos equipamentos e sistemas, em segurança e respeitando o ambiente, atendendo naturalmente aos aspetos económicos (Hormigo, 2016).

Ligado ao adequado desempenho dos equipamentos e sistemas dos edifícios, surge o conceito de gestão da manutenção, com base nas boas práticas de *FM*, que pode ser definida como o conjunto de todas as atividades de gestão que determinam os objetivos, a estratégia e as responsabilidades respeitantes à manutenção e que os implementam por meios, tais como o planeamento, o controlo, a supervisão da manutenção e a melhoria de métodos na organização, incluindo os aspetos económicos (adaptado de: EN 13306; EN 15221; Hormigo, 2016).

No capítulo seguinte desenvolver-se-á o tema da manutenção de edifícios.

2.2- GESTÃO ESTRATÉGICA DE EDIFÍCIOS

2.2.1 - ENQUADRAMENTO

Como objetivo da gestão estratégica de edifícios, interessa assegurar: o cumprimento integral de requisitos legais; a monitorização da QAI (Qualidade do Ar Interior); a gestão da energia; a gestão dos resíduos; a boa prestação dos equipamentos e sistemas; consumos energéticos mínimos; consumos de água mínimos; a deteção e a resolução de avarias e a melhoria contínua.

A quantificação do objetivo é desejável, aplicando, por exemplo, níveis de serviço (*Service Level Agreements - SLA's*), tal como definido nas normas EN 15221 – 2 e 3, para resolução de avarias, para operações correntes de manutenção e para recolha de informação de gestão considerada estratégica.

Portanto, um sistema de gestão de edifícios deve ter disponíveis os *inputs* e *outputs* dos recursos técnicos referentes às operações de gestão, nomeadamente de manutenção, e também informação que permita medir desempenhos e estabelecer análises comparativas.

As análises comparativas deverão basear-se na norma EN 15221 – 7, que se apresentou no Capítulo I, subcapítulos 1.4.3 e 1.5. Os indicadores referidos na norma anteriormente referida, são designados por *benchmarks*.

Dos indicadores (*benchmarks*) apresentados, todos eles relevantes, o custo tem, na gestão estratégica de edifícios, um âmbito mais alargado que numa gestão puramente administrativa. Nesta, associa-se o termo a um custo bem documentado em documento contabilístico. Na gestão estratégica de edifícios o custo pode resultar de: mão-de-obra,

peças, faturas de serviços prestados, custos decorrentes de falha de equipamento e sequente perda de negócio. Note-se que os custos documentados na gestão da manutenção podem ser muito inferiores aos custos resultantes de falha de equipamento (Hormigo, 2016; EN 15 221 - 7).

O gestor de *facilities* deve intervir na imputação de custos que estão sob sua gestão: registo e validação de faturas de serviços prestados, quaisquer que eles sejam no âmbito do *FM*, tais como, por exemplo, custos de manutenção, e custos e registo de consumíveis utilizados nos trabalhos (Hormigo, 2016; EN 15 221 - 7).

2.2.2 – SOFTWARE PARA A GESTÃO DE EDIFÍCIOS

2.2.2.1 - INTRODUÇÃO

O *software* para gestão de edifícios é, atualmente, uma ferramenta de uso generalizado em organizações multinacionais ou nas que praticam uma gestão profissional dos seus ativos imobiliários. Utilizam-se correntemente os acrónimos *CMMS* (*Computerized Maintenance Management System*), *EAMS* (*Enterprise Asset Management Systems*), *C-a M* (*Computer-aided Maintenance*), para designar os *softwares* de gestão de edifícios.

O primeiro *software* de gestão, com foco na gestão da manutenção, surgiu em 1980. Hoje em dia há uma multiplicidade de sistemas produzidos especificamente para a gestão de edifícios, mas cujo foco na gestão da manutenção se mantém. Percebe-se que assim seja se atendermos à Figura 2: Âmbito global do *FM* (Pág. 24), pois o setor da “Operação e Manutenção” representa uma área apreciável no “círculo do *FM*”, apenas menor do que a área do setor da “Gestão”, mas neste estão incluídas uma multiplicidade de subáreas, tais como: recursos humanos, espaços, aquisições, gestão da energia, ...

A título meramente exemplificativo de *CMMS* (*Computerized Maintenance Management Systems*), podem referir-se: *FaciliWorks CMMS Software*, *ManWinWin*, *Maintenance Connection*, *MaintenanceEDGE*, *DirectLine*, *MaintScape*, *Bluer Mountain RAM*, *comma CMMS*, *EZ Maintenance*, *PMC*, *INTERAL Maintenance*, *Infor EAM*, *Asset Bug*, *CWorks*, *Guru CMMS*, *MaintenWorks*, *Visual Asset Manager*, *CleanTelligent*, *CrossForm*, *AMMS*, *AMPRO*, *Antero*, *Anytime Assets*, *API Pro*, *API PRO Open*, *Avantis EAM*, *Benchmark*, *C21*.

Este tipo de ferramentas permite o planeamento e a gestão das ordens de trabalho (OT's) de qualquer tipo, planeadas ou não, com possibilidade de obtenção de relatórios de atividade, tempos de reparação, tempos de indisponibilidade devidos a manutenção e a avarias, horas-homem gastas, materiais aplicados e respetivos custos e registo do histórico. Adicionalmente, este tipo de *software* incorpora módulos de análise: obtenção de indicadores chave de desempenho (*Key Performance Indicators - KPI's*, referidos nas normas EN 15221), tais como: número de avarias, indisponibilidades, taxa de avarias e custos.

Em geral os softwares disponíveis apresentam uma interface amigável com o utilizador, permitindo operações simples, diretas e autoexplicação dos passos a seguir (adaptado de Hormigo 2016; EN 15221).

2.2.2.2 – RECOMENDAÇÕES SOBRE O SOFTWARE A SELECIONAR

Considerando a multiplicidade de escolha, recomendam-se os seguintes princípios: evitar desenvolvimentos internos na organização, do *software* a utilizar (pela despesa elevada, tempo gasto, em geral falta de conhecimento, dificuldade na resolução de avarias do software); evitar a utilização de bases não especializadas (Excel, por exemplo) por serem insuficientes; preferir inicialmente versão simplificada e efetuar simulações para compreender o funcionamento do *software*; preferir *software* já testado, em produção e de qualidade comprovada.

O *software* deve ser adaptado às operações e à gestão do edifício e da manutenção.

Existem *softwares* que integram a gestão da manutenção com a contabilidade, o aprovisionamento, a gestão de stocks, o património, e que podem traduzir-se em eficiência e simplificação. Esses *softwares* integradores, são os comumente designados por *ERP* (*Enterprise Resource Planning*).

A utilização de um *software* do tipo *ERP*, implica que a organização esteja estruturada de tal modo que a gestão administrativa esteja completamente organizada, assim como a gestão da manutenção, em moldes tecnicamente adequados, e que ambas interajam adequadamente em interfaces apropriadas.

Resumidamente, pode referir-se que:

- Um *software* adequado de apoio à gestão do edifício e da manutenção é um auxiliar muito útil e imprescindível na maioria dos edifícios;
- A escolha do *software* deve basear-se nos requisitos específicos da gestão e não em outros requisitos ou outras funcionalidades alheias à gestão;
- A organização e a gestão baseiam-se em pessoas e no seu conhecimento e não é o *software* que as substitui, embora as auxilie;
- A integração com um *ERP* deve garantir a não repetição de registo de informação nos sistemas (manutenção, contabilidade, gestão de stocks, património)

(adaptado de Hormigo 2016; EN 13306).

2.2.2.3 – OPORTUNIDADES DECORRENTES DA UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE

Como oportunidades decorrentes da utilização de *software* de gestão de edifícios, podem referir-se as seguintes: utilização de conceitos atualizados de manutenção e de gestão; aquisição de conhecimentos e de informação técnica sistematizada e disponível; possibilidade de introdução de melhorias na organização; obtenção automática de relatórios e de indicadores de manutenção, relevantes para a gestão; incremento da produtividade e redução de custos.

2.2.2.4 – AMEAÇAS DECORRENTES DA UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE

Como ameaças decorrentes da utilização de *software* de gestão, podem referir-se as seguintes: o aspeto profissional com que a informação de gestão, nomeadamente da gestão da manutenção é apresentada pode mascarar fragilidade de conteúdos; a possibilidade de o *software* poder operar muitos planos de manutenção preventiva com periodicidades muito exigentes, pode conduzir à implementação desses planos, originando uma excessiva carga da equipa de manutenção e incumprimentos frequentes; o afastamento de quem sabe verdadeiramente executar manutenção em favorecimento de quem opera melhor o *software*; o risco de sobrecarga administrativa dos técnicos, em detrimento do trabalho a executar (adaptado de Hormigo, 2016).

2.2.3 – GESTÃO DA MANUTENÇÃO

No seguimento do que foi explicitado no capítulo 2.2.2.1, interessa que, no âmbito da gestão dos edifícios (que engloba não só a gestão da manutenção, mas também a gestão de todas as atividades que fazem um edifício funcionar de acordo com o objetivo para que foi construído), haja um enfoque na gestão da manutenção, cuja atividade é de especial relevância na operação geral do ativo, em condições adequadas de funcionamento. Ir-se-ão de seguida focar aspetos gerais da gestão da manutenção, apresentam-se indicadores de análise comparativa de desempenho (*benchmarks*), em linha com o descrito no capítulo I.

2.2.3.1 – REQUISITOS REGULAMENTARES E DE QUALIDADE

A manutenção envolve diversas atividades regulamentadas, que devem cumprir o legislado para equipamentos específicos, como por exemplo:

- Elevadores
- Inspeção e certificação de extintores
- Inspeções a SADI (Sistemas Automáticos de Detecção de Incêndios)
- Inspeções a sistemas de combate a incêndios
- Reservatórios sob pressão
- Postos de Transformação
- Geradores
- Análises QAI (Qualidade do Ar Interior)
- Meios de fixação e suspensão

O controlo das operações de manutenção dos equipamentos anteriormente referidos, deve ser realizado através de auditorias, que por definição serão independentes, documentadas e sistemáticas, e que deverão verificar por evidências objetivas o cumprimento dos requisitos legais e a adequabilidade e o cumprimento do estabelecido no sistema de qualidade da organização (adaptado de EN 13306; EN 15221 – 5; Hormigo, 2016).

2.2.3.2 – EXPETATIVAS E OBJETIVOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

As expectativas e os objetivos da gestão da manutenção dependem do tipo de organização e do estado em que se encontra. Interessa que os objetivos da gestão da manutenção estejam ligados aos objetivos globais da organização.

Assim, a gestão da manutenção deve adotar indicadores adequados e controlar o grau de desempenho e de cumprimento dos objetivos traçados. No que se refere aos indicadores específicos da gestão da manutenção, serão apresentados no capítulo 2.2.4, tendo como base de desenvolvimento a EN 15221 – 7.

Em geral, no que se refere a expectativas, pode afirmar-se que: um equipamento sujeito a manutenção adequada tem uma duração 30% a 40% superior ao não mantido; a manutenção preventiva pode reduzir consumos de energia entre 4% e 10%; os custos de manutenção repartem-se aproximadamente: 55 % Mão-de-Obra e 45 % Materiais; uma gestão de stocks eficiente deve garantir um nível de serviço (disponibilidade de peças solicitadas) superior a 95 %; na manutenção corretiva de emergência cerca de 20% das peças são desnecessárias; o trabalho de manutenção corretiva de emergência tem um custo muito superior ao planeado; o custo do *outsourcer* de manutenção é em geral inferior ao do *in-house*. Tal deve-se ao facto de gerir equipas profissionais de manutenção, multidisciplinares, possuir equipamentos, gerir eficientemente e adquirir peças a preço inferior (desconto de quantidade); leva tempo (3 a 5 anos) passar de uma organização de estilo reativo tradicional, que só repara quando há avaria (manutenção corretiva), para uma organização de nível superior, que intervém proactivamente (manutenção preventiva ou preditiva); é corrente explorar-se apenas parte das potencialidades de uma aplicação informática de gestão da manutenção (adaptado de EN 13306; Hormigo, 2016).

Note-se que neste subcapítulo foram introduzidos termos (manutenção corretiva, preventiva, preditiva), que serão desenvolvidos no capítulo III, pelo que se optou por não os definir no presente subcapítulo.

2.2.4 – INDICADORES ESPECÍFICOS DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

2.2.4.1 - INTRODUÇÃO

Tendo por base a EN 15221 – 7, devem ser considerados os seguintes fatores e recolha de dados, referentes a indicadores de gestão da manutenção: num cenário operacional, devem ser definidos os objetivos e os atingimentos pretendidos; quanto a avarias, interessa determinar qual o seu número, as causas e como reduzi-las; o tempo de indisponibilidade do equipamento ou sistema, deve ser determinado; deve saber-se o que impacta nos custos associados à perda de produção, ou seja, de negócio; no que se refere a planos de manutenção, há que verificar se são adequados e cumpridos; deve ser verificado se a instalação funciona conforme os objetivos pretendidos; há que determinar qual o custo da manutenção e se há indicadores comparativos (*benchmarks*) com outras organizações semelhantes; deve ser obtida informação quanto à gestão de armazéns, para se perceber se fornecem as peças para reparações, como pretendido; deve ser analisado se o dimensionamento da equipa de manutenção é adequado; deve ser verificado se a qualidade do trabalho produzido corresponde ao esperado; há que saber se o departamento de manutenção cumpre os objetivos; há que definir o que pode ser melhorado.

A informação obtida deve ser sistematizada, para se poder gerir a manutenção adequadamente, isto é, há que introduzir as métricas e os indicadores e avançar para a organização do sistema de gestão que corresponda ao desejado (EN 15221 – 7).

Como base de partida, deve ser considerado que “*o que não se pode medir não se pode gerir*” (adaptado de Petes, T; Waterman, R., 2006 – In search of excellence):

Interessa, portanto, definir o que se deve medir. Deve-se abordar a gestão da manutenção, identificando qual a informação final que se pretende obter para definir a informação de base a introduzir e o modo de tratamento dos dados.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221)

2.2.4.2 – FATORES PARA O CÁLCULO DE INDICADORES DA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

Deverão ser considerados os parâmetros a seguir indicados:

➤ Tempo

O tempo é um parâmetro relevante no cálculo de indicadores de gestão da manutenção.

Definem-se, geralmente, os seguintes tempos:

- TC – tempo de calendário – expresso em horas ou dias, é a diferença entre a data/hora de conclusão de um trabalho e a data/hora do seu início.
- TF – tempo de funcionamento – é o intervalo de tempo durante o qual um equipamento desempenha a sua função requerida. Se existir um sistema informatizado de controlo da instalação, o tempo de funcionamento é imediatamente disponibilizado, daí a relevância de um *software* de gestão.
- TRQ – tempo requerido – é o intervalo de tempo durante o qual o utilizador requer que o equipamento esteja em condições de cumprir a função requerida. No âmbito da gestão da manutenção é geralmente definido em termos médios anuais, com a especificação do horário em que é requerido.

Em geral, para equipamentos em que o funcionamento está associado a “movimento” (grupo diesel, compressor, *chiller*, caldeira, ...) os tempos requeridos são especificados em termos médios anuais, resultantes do cenário real expectável (x horas por dia, durante y dias por semana, durante z semanas por ano).

Para equipamentos “estáticos” cuja função requerida está associada à integridade de base da instalação (transformador, por exemplo) o tempo requerido é de 24 horas por dia, durante 7 dias por semana, durante todos os dias do ano.

Note-se que a análise de indicadores baseados no TRQ deverá incidir sobre um período longo.

- TM – tempo de manutenção – é o intervalo de tempo durante o qual se realiza manutenção ao equipamento. Inclui o tempo em que há envolvimento de um ou mais técnicos, mas descontando tempos administrativos (por exemplo, intervalo de almoço ou tempo de espera na tomada de decisão de intervir). O tempo

envolvido na logística (por exemplo ir ao armazém buscar peças) conta para o tempo de manutenção. A manutenção origina indisponibilidade no equipamento, exceto se for realizada com o equipamento em operação.

- TR – tempo de reparação – é o intervalo de tempo durante o qual se realiza uma intervenção corretiva. O seu cálculo faz-se da seguinte forma: somam-se os tempos durante os quais o técnico esteve a realizar uma reparação (Ordem de Trabalho - OT) corretiva, descontando tempos de logística (ir buscar peças). De notar que o tempo de logística conta para o tempo de manutenção, mas não conta para o tempo de reparação.
- TRU – tempo de reparação de urgência – intervalo de tempo durante o qual se realiza uma intervenção corretiva, com carácter de urgência.
- TDE – tempo de espera de atendimento – é o tempo que decorre entre a data/hora do pedido de um trabalho e a data/hora em que se dá início a esse trabalho. O seu cálculo faz-se do seguinte modo:

$TDE = \text{data/hora de início da OT} - \text{data/hora do pedido de intervenção.}$

Em resumo: $TDE = DH \text{ Início} - DH \text{ Pedido}$

- TIA - tempo de indisponibilidade por avaria – é o intervalo de tempo durante o qual o equipamento está indisponível, devido a uma avaria.

$TIA = DH \text{ Fim} - DH \text{ Avaria}$

DH Fim = data/hora a que o equipamento é novamente entregue para exploração.

DH Avaria = data/hora a que a avaria que indisponibilizou o equipamento foi comunicada à manutenção, pedindo intervenção.

- TIM - tempo de indisponibilidade relacionado com manutenção – é o intervalo de tempo durante o qual o equipamento está indisponível devido a operações de manutenção. É a diferença entre a data/hora a que o equipamento é novamente entregue para exploração e a data/hora a que se inicia a intervenção (OT), desde que a intervenção não seja efetuada com o equipamento a desempenhar adequadamente a sua função. Em grande parte das situações, o TIM é igual à

diferença entre a data/hora a que o equipamento é novamente entregue para exploração e a data/hora de início da intervenção.

- TIP - tempo de indisponibilidade por manutenção programada - é o intervalo de tempo de manutenção devida a trabalhos programados que exigem indisponibilidade.
- TDTR – tempo de disponibilidade em tempo requerido – tempo durante o qual o equipamento está disponível em períodos em que é requerido. Origina a disponibilidade operacional. Por exemplo um *chiller* (máquina de produção térmica) que é requerido diariamente das 08 h – 20 h, se nunca estiver indisponível nesse horário diz-se que tem uma disponibilidade operacional de 100%.
- TITR – tempo de indisponibilidade em tempo requerido – tempo durante o qual o equipamento está indisponível em períodos em que é requerido. É objetivo da gestão da manutenção minimizar ou anular o TITR.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221 – 7; Collins, J. , 2006 – Good to Great; Hormigo, 2016))

➤ **Horas de Trabalho**

Definem-se os seguintes indicadores:

- HHT – total de horas homem – é o número total de horas homem trabalhadas por pessoal da manutenção (interno e externo). Representa o esforço humano global gasto na operação de manutenção. Para se obter o HHT têm de ser contabilizadas as horas e o pessoal afeto às tarefas.
- HHE – total de horas homem externo – é o número total de horas homem trabalhadas na manutenção, por pessoal externo.
- HHI – total de horas homem interno - é o número total de horas homem trabalhadas na manutenção, por pessoal interno, incluindo se aplicável, o contributo do pessoal da produção.

$$\text{Será: } \text{HHT} = \text{HHE} + \text{HHI}$$

- HHX - total de horas homem extraordinárias – é o número total de horas homem extraordinárias trabalhadas pelo pessoal interno da manutenção, incluindo se aplicável o contributo do pessoal da produção.
- HHMCNP – total de horas homem de manutenção corretiva não planeada – é o numero total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo envolvido na manutenção corretiva não planeada (entenda-se como corretiva de emergência).
- HHMCP – total de horas homem gastas na manutenção corretiva planeada - é o numero total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo envolvido na manutenção corretiva planeada.
- HHMPV - total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo na manutenção preventiva.
- HHMPD – total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo envolvido na manutenção preditiva.
- HHMD – total de horas homem gastas na manutenção detetiva - é o numero total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo envolvido na manutenção detetiva.
- HHEM - total de horas homem gastas pelo pessoal interno e externo envolvido na engenharia de manutenção.

Note-se que o valor de Horas Homem (HH) Global terá de considerar todos os tempos mencionados.

- Considera-se ainda o HHAC – horas homem perdidas por acidentes do pessoal de manutenção – é o número total de horas homem perdidas por acidentes de trabalho do pessoal interno de manutenção. É um indicador sobre a segurança da atividade de manutenção. Devem considerar-se acidentes pessoais, só com pessoal próprio, com inibição de trabalho igual ou superior a um (1) dia.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221 – 7; Hormigo (2016))

➤ **Número de acontecimentos**

- NP – número total de pessoas envolvidas na manutenção – considera-se o pessoal interno de manutenção. Ter-se-á de contabilizar a movimentação de pessoal a todo o tempo.
- NAC – número de acidentes – é o número de acidentes de trabalho com pessoal interno de manutenção que origina perda de horas trabalhadas.

- NAV – número de avarias – é igual ao número de ordens de trabalho de intervenções corretivas, pressupondo que cada avaria está ligada a uma OT.
- NOT – número de ordens de trabalho de intervenções programadas.
- NOT CP – número de ordens de trabalho realizadas conforme planeado - é o número de ordens de trabalho cuja conclusão ocorreu na data programada ou na data programada acrescida da tolerância pré-definida no caso de esta existir. Por exemplo se uma intervenção ficou concluída no dia previsto, ou no dia previsto acrescido de x horas ou dias de tolerância, inclui-se neste indicador.
- NPT – número de pedidos de trabalho – é o número de pedidos de intervenções de manutenção durante um determinado período que se pretende analisar.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221 – 7; Hormigo (2016))

➤ Custos

Interessa considerar:

- O custo total de manutenção (CM), que é o custo das atividades de manutenção realizadas sobre um equipamento num determinado período, e que incluirá:

Mão de obra:

- Salários e horas extraordinárias do pessoal direto, da gestão, da supervisão e encargos sociais, seguros e impostos;
- Custos de pessoal externo (contratação pontual ou temporária, gerida pela organização);
- Custo das atividades de manutenção realizadas pelo pessoal da produção.

Materiais:

- Peças de reserva, consumíveis aplicados, incluindo transporte e taxas de importação;
- Ferramentas e equipamentos.

Serviços:

- Prestadores de serviços contratados.

Administração:

- Formação e treino;
- Documentação técnica;
- Deslocação e estadia;
- Estrutura;
- Energia;
- Sistemas informáticos;
- Amortização de equipamentos para manutenção;
- Oficinas e armazém.

Mas estão excluídos:

- Custos de indisponibilidade;
- Custos de mudança de produto.

➤ **Outros custos a considerar:**

- CMCNP – custo de manutenção corretiva não planeada – é o custo de manutenção relativo às atividades de manutenção corretiva não planeada;
- CMCP – custo de manutenção corretiva planeada – é o custo de manutenção relativo às atividades de manutenção corretiva planeada;
- CMPR – custo de manutenção preventiva – é o custo de manutenção relativo às atividades de manutenção preventiva;
- CMPD – custo de manutenção preditiva – é o custo de manutenção relativo às atividades de manutenção preditiva;
- CMD – custo de manutenção detetiva – é o custo de manutenção relativo às atividades de manutenção detetiva;
- CEM – custo de engenharia de manutenção – é o custo de manutenção relativo às atividades de engenharia de manutenção.

- CP – custo total do pessoal de manutenção - é o custo do pessoal interno e externo envolvido na manutenção, incluindo ainda o custo das atividades de manutenção do pessoal da produção.
- CPI – custo do pessoal interno de manutenção – é o custo de todo o pessoal interno de manutenção, incluindo:
 - pessoal direto: o que realiza efetivamente o trabalho de manutenção;
 - pessoal indireto: gestores, supervisores e apoio administrativo, fiel de armazém;
 - pessoal da produção.

O CPI inclui salários, encargos sociais, seguros e impostos.

- CPE – custo do pessoal externo de manutenção - é o custo do pessoal externo de manutenção, ou seja, do pessoal contratado temporariamente que é gerido pela área de manutenção.
- CSE – custo dos serviços exteriores – é o custo dos serviços contratados externamente à tarefa ou com contrato. Calcula-se mediante análise da faturação no período em avaliação.
- CLM – custo da logística de materiais – é o custo dos materiais aplicados na manutenção, quer provenientes do armazém, quer por compra direta incluindo transporte e taxas e importação.

Por área de intervenção técnica, há a considerar:

$$CM = CPI + CPE + CSE + CLM$$

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221 – 7; Hormigo (2016))

➤ **Valores**

- VSA – valor de substituição de ativos – é o valor estimado do capital necessário para construir o equipamento. O VSA é uma estimativa, a preços atuais, do custo de substituição do que existe.
- VMM – valor médio dos materiais de manutenção, em stock - é o valor dos materiais em stock para o período em avaliação.

(adaptado de EN 13306; EN 15221 – 7; Hormigo (2016))

➤ **Tempos de consumos entre datas**

Geralmente é necessário calcular tempos de funcionamento ou tempos de consumos entre datas precisas (horas de funcionamento, consumos energéticos, de água, gás, resíduos, outros). As leituras dos tempos ou consumos devem estar de acordo com os registos datados. Se não existirem registos datados com precisão, terão de se fazer aproximações.

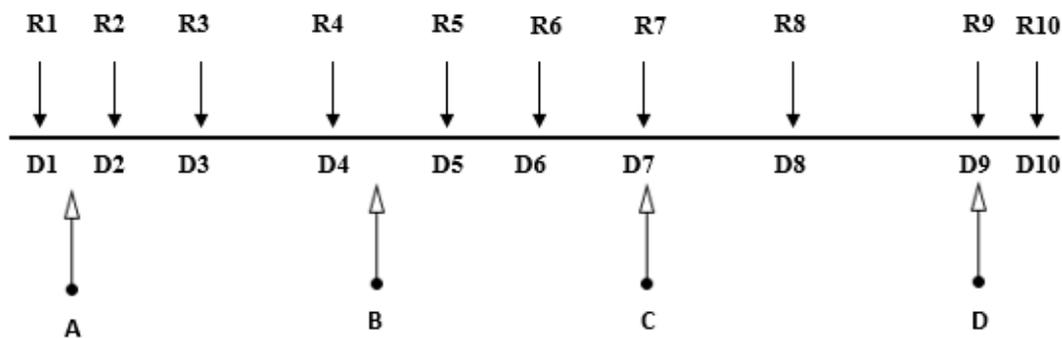
Assim, poder-se-á ter:

➤ Funcionamento entre datas com registos regulares

Consideram-se como regulares os registos obtidos a intervalos de tempo semelhantes, como por exemplo, contagens de água, de eletricidade, de gás, de funcionamento de geradores a diesel.

A figura seguinte exemplifica um gerador a diesel funcionando durante um período longo, com registos de funcionamento R1, R2, R3, ..., recolhidos em datas aleatórias D1, D2, D3, ...

Registos de Funcionamento



Datas

Figura 6 - Registos de Funcionamento (adaptado de Hormigo, 2016)

O funcionamento entre as datas A e B será o funcionamento entre as datas D2 e D4, acrescido do funcionamento entre A e D2 e entre D4 e B, podendo ser expresso pela expressão:

$$TF_{A-B} \sim ((R4 - R2) / (D4 - D2)) \times (B - A)$$

ou

$TF_{A-B} \sim FMD_{D2-D4} \times (B-A)$, em que:

- R4 e R2 são os registos totalizadores nas datas D4 e D2 respetivamente;
- $R4 - R2$ é o funcionamento entre essas datas;
- $D4 - D2$ é a diferença em dias, entre as datas D4 e D2
- FMD_{D2-D4} é o funcionamento médio diário entre as datas D2 e D4, que se assume igual a FMD_{A-B}

Assume-se que o equipamento tem um padrão de funcionamento regular.

Identicamente, tem-se:

$TF_{B-C} \sim ((R7 - R4) / (D7 - D4)) \times (C-B)$ ou

$TF_{B-C} \sim FMD_{D4-D7} \times (C-B)$

$TF_{C-D} = ((R9 - R7) / (D9 - D7)) \times (D-C)$ ou

$TF_{C-D} = FMD_{D7-D9} \times (D-C)$ – neste caso a relação é rigorosa pois as datas de início e de fim coincidem com datas com registos.

Para o funcionamento total entre as datas A e D, tem-se:

$TF_{A-D} \sim ((R9 - R2) / (D9 - D2)) \times (D-A)$ ou

$TF_{A-D} \sim FMD_{D2-D9} \times (D-A)$

Pode, portanto, concluir-se que:

- O valor calculado TF_{A-D} não é exatamente igual à soma $TF_{A-B} + TF_{B-C} + TF_{C-D}$
- O rigor das aproximações é tanto maior quanto menores forem os períodos de registos
- O equipamento deve ter um padrão de funcionamento regular
- Quando se pretender avaliação mais rigorosa do tempo de funcionamento, devem implementar-se procedimentos (ou equipamentos) que assegurem registos nos períodos em análise, nomeadamente com recurso a *software* de gestão.

(adaptado de Hormigo, 2016)

➤ Funcionamento baseado em registos irregulares

Têm de se estimar valores, neste caso, mas pode utilizar-se o histórico, para obter estimativa de funcionamento. No caso de o edifício ser gerido por meio de software adequado, os valores pretendidos são rigorosos e obtidos diretamente dos registos.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; EN 15221 – 7; Hormigo (2016))

➤ Projeções de funcionamento

Calcula-se o funcionamento médio diário (*FMD*) utilizando uma análise de regressão baseada nos 4 registos mais recentes.

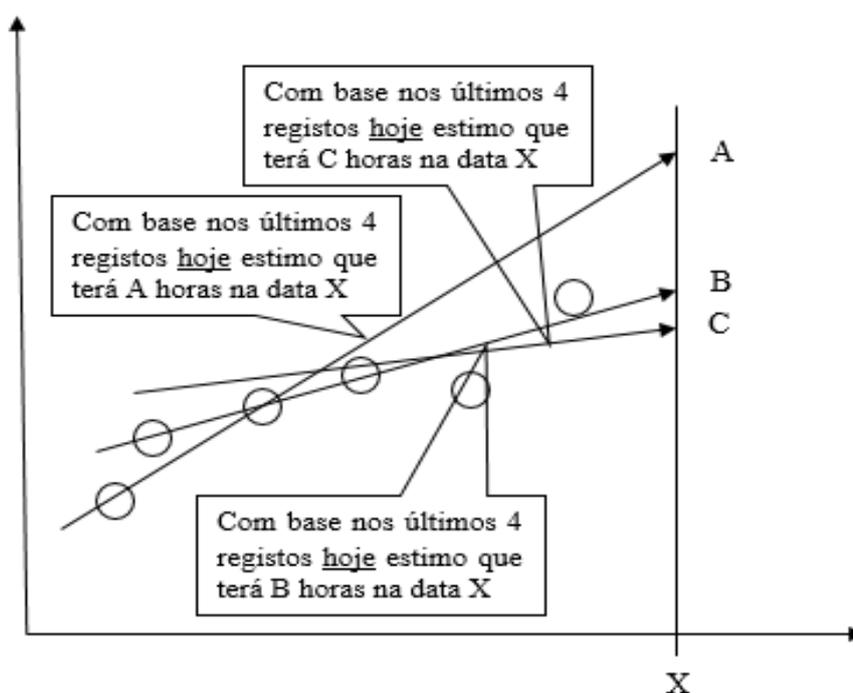


Figura 7 - Análise de Regressão (adaptado de Hormigo (2016))

Estimativa de *FMD* por regressão

Tem-se:

$$FMD = \frac{4 \times (D_1 R_1 + D_2 R_2 + D_3 R_3 + D_4 R_4) - (D_1 + D_2 + D_3 + D_4) \times (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)}{4 \times (D_1^2 + D_2^2 + D_3^2 + D_4^2) - (D_1 + D_2 + D_3 + D_4)^2}$$

D1, D2, ... são as datas e R1, R2, ... são os registos nessas datas.

2.2.4.3 – OUTROS INDICADORES

➤ Taxa de avarias

É o número de avarias ocorridas num bem, durante um intervalo de tempo, dividido por esse intervalo de tempo. Em alguns casos a unidade de tempo pode ser substituída por unidades de utilização.

Assim, é possível obterem-se duas taxas de avarias, consoante se conta tempo de calendário ou tempo de funcionamento.

Por exemplo, um equipamento que em 5 anos funcionou 40 000 horas e teve 4 avarias, apresenta as seguintes taxas:

- Taxa de avarias (calendário): $\lambda = 4/5 = 0,8$ avarias/ano
- Taxa de avarias (funcionamento):

$$\lambda_F = 4/40000 = 1 \text{ avaria}/10\ 000 \text{ horas}$$

Em geral as análises de manutenção baseiam-se nos tempos de funcionamento, enquanto as análises de gestão se baseiam nos tempos de calendário

Interessa referir que o número de avarias por ano é um indicador importante para a gestão da manutenção.

No que se refere a taxa de avarias de funcionamento, interessa expressá-la por milhar ou dezenas de milhar de unidades.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ Tempo médio de calendário entre avarias

Este conceito é o do tempo médio de calendário entre avarias e não o tempo médio de funcionamento entre avarias (designado por MTBF).

O tempo médio de calendário entre avarias, expresso em dias, designa-se por CMTBF (*Calendar Mean Time Between Failures*).

Será:

$CMTBF = N^\circ \text{ dias entre a } 1^\text{ª} \text{ e a última avaria} / N^\circ \text{ avarias no período em análise.}$

Para calcular o N^o dias entre a 1^a e a última avaria (Tc), deve descontar-se o tempo gasto em reparações. Se este tempo gasto em reparações for muito inferior ao tempo entre a 1^a e a última avaria, pode desprezar-se.

Tem-se então:

$$\text{CMTBF} = Tc / N^{\circ} \text{ av}$$

ou

$\text{CMTBF} = (1 - \lambda) \times 365$ (dias) em que λ é a taxa de avarias expressa em número de avarias por ano.

O CMTBF dá-nos uma indicação dos períodos de bom funcionamento no cenário real.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ Tempo médio de funcionamento entre avarias, MTBF

O conceito utiliza como referência o tempo médio de funcionamento entre avarias, expresso em horas, em vez do tempo de calendário.

Para períodos suficientemente longos e expressivos em termos do número de avarias, pode escrever-se:

$$\text{MTBF} = \text{TF} / N^{\circ} \text{ avarias, ou}$$

$$\text{MTBF} = Tc \times \text{FMD} / N^{\circ} \text{ avarias, em que:}$$

- MTBF é o tempo médio de funcionamento entre avarias (em horas)
- TF é o n^o de horas de funcionamento, durante o período em análise
- Tc é o n^o de dias do período em análise
- FMD é o funcionamento médio diário (horas/dia) no período de análise – é a diferença entre o 1^o e o último registo de funcionamento, dividido pelo tempo

O MTBF é um indicador de fiabilidade do bem.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ Tempo médio de reparação, MTTR

O conceito utiliza como referência a média dos tempos reparação.

$$MTTR = \Sigma TRi / N^{\circ} \text{ avarias (horas)}$$

ΣTRi é o somatório dos tempos de reparação, em horas, das avarias ocorridas no período em análise.

O MTTR é um indicador de manutenibilidade: interessa um valor baixo.

Observação:

Define-se o indicador de tempo de indisponibilidade por avaria (ITIA) como:

$$ITIA = \Sigma TIAi / N^{\circ} \text{ avarias, em que:}$$

$\Sigma TIAi$ é a soma dos tempos de indisponibilidade causados pelas avarias

É um indicador que não é o MTTR, embora esteja relacionado com o tempo de reparação.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ Tempo médio de espera, MWT

O MWT é a média dos tempos de espera de atendimento de pedidos de reparação de avarias num dado período.

$$MWT = \Sigma TDEi / N^{\circ} \text{ avarias (horas)}$$

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

O MWT mede a eficácia da resposta da direção de manutenção às solicitações de manutenção.

(adaptado de EN 15341; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ Indicadores ambientais, técnicos e económicos mais usuais

a) Ambientais

Para quantificar os consumos ligados a aspetos ambientais, interessa considerar:

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

$$\frac{\text{Energia agregada anual consumida}}{\text{Área útil do edifício}} \text{ (kgep/m}^2 \cdot \text{ano)}, \text{ ou:}$$

- Utilização de indicadores de consumos:

Energia eléctrica: kWh/m²/ano e kWh/pessoa/ano

Gás: $m^3/m^2/ano$ e $m^3/pessoa/ano$

Água: $m^3/m^2/ano$ e $m^3/pessoa/ano$

Resíduos: para cada tipo de resíduo, de acordo com o código LER respetivo, devem referir-se: $kg/pessoa/ano$.

b) técnicos:

- MTBF, MTTR, MWT, definidos anteriormente.

c) económicos:

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

Faz-se notar que para se conseguirem os indicadores referidos, com qualidade e fiabilidade, é necessário que esteja em operação um sistema de controlo que registe valores, de modo rigoroso. Este sistema terá por base *software* de gestão adequado.

(adaptado de EN 15341; EN 15221-7; Hormigo (2016))

Utilização prática dos indicadores

Todos estes indicadores necessitam de registos de avarias para serem determinados. As avarias são, para estes indicadores, os eventos relevantes. Na prática, utilizam-se:

- Num equipamento que é expectável não apresentar avarias frequentes, sendo relevante análise para períodos longos, i.e., 3 ou mais anos;
- Num sistema constituído por vários equipamentos, tratando o sistema como o elemento no qual se registam todas as avarias e tempos de reparação;

(adaptado de EN 15341; EN 15221 – 7; Hormigo, 2016)

2.2.5 – ANÁLISES GRÁFICAS

A análise gráfica permite visualizar a informação de forma mais clara e intuitiva, pelo que se deve considerar produto informático adequado, que consiga representar graficamente os indicadores a analisar e a registar.

2.2.6 – QUADRO DE BORDO

Face ao elevado número de indicadores, compete ao responsável pela gestão dos edifícios de uma organização (*Facility Manager*), escolher os indicadores a considerar. O conjunto de indicadores que for selecionado deve ser analisado numa ótica conjunta, constituindo o chamado quadro de bordo.

Por exemplo, melhorar o índice de eficiência energética implicará medidas de melhoria, com os respetivos investimentos, agravando custos da implementação das medidas e eventualmente custos adicionais de manutenção.

A ponderação das interações implica que o gestor tome decisões equilibradas, daí a designação de “quadro de bordo” – um conjunto equilibrado entre si, de metas de desempenho.

(adaptado de EN 15341)

2.3 – SISTEMAS INFORMATIZADOS DE GESTÃO DE EDIFÍCIOS *BUILDING MANAGEMENT SYSTEMS – BMS*)

2.3.1 – INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta linhas de orientação para a instalação de um sistema de gestão de edifícios, tema já mencionado no capítulo 2.2, com foco na gestão da manutenção de equipamentos.

Concluída a passagem da cablagem física e cabos de sinal para encaminhamento de sinais para o sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC), segue-se a parametrização da alarmística. Serão criteriosamente selecionados os sinais emitidos pelos equipamentos que melhor traduzem o seu desempenho, encaminhados para um sistema de gestão de sinais, através de *software* dedicado, de modo a visualizar-se num écran de computador o estado de funcionamento dos equipamentos do edifício.

A entrada em funcionamento do sistema de GTC, bem como da gestão do edifício e da manutenção com base em *software* adequado, exigem que se registem os equipamentos e componentes que vão ser monitorizados e que vão ser objeto de análise de desempenho e de manutenção.

O registo de equipamentos é realizado num sistema informático e exige que se conheçam as suas características. Faz-se uso das fichas técnicas de equipamentos, que vão ser referidas no subcapítulo seguinte.

(adaptado de Raouf, A., 2009 - Handbook of Maintenance Management and Engineering – Ed. Springer-Verlag)

2.3.2 – CADASTRO

Para se utilizar um software de gestão de edifícios, há que registar em base informática, um conjunto de dados. O conjunto desses dados designa-se por cadastro. Este, deve englobar:

➤ **Ficha técnica do edifício:**

A ficha técnica incluirá: a localização; o registo predial; a licença de utilização; os dados do proprietário e contactos; os dados do locatário e contactos; a indicação do técnico

responsável (manutenção, PT, ...); o registo dos projetos: arquitetura, estabilidade, instalações elétricas gerais e especiais, climatização, redes de fluidos, segurança, ...; os dados do construtor, o livro de obra, os estudos geológico/geotécnicos do local de implantação do edifício; os estudos da zona envolvente; o certificado energético; as áreas discriminadas por funcionalidades; os objetos associados ao edifício (rendas, condomínios, taxas, ...); a lista de equipamentos.

Dos itens mencionados, interessa destacar:

➤ **Projetos:**

O Facility Manager deve fazer 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; deve garantir que o sistema informatizado esteja atualizado, com as representações das telas finais.

Note-se que com a utilização da ferramenta BIM (*Building Information Modeling*), as atualizações são automáticas.

➤ **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, tais como: código e designação; sistema; centro de custos, operador, dados do fornecedor, data de aquisição; dados operacionais; características técnicas detalhadas (marca, modelo, nº série, ano, potência, classe de 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; no campo de observações devem registar-se todos os eventos relevantes; deve colocar-se imagem fotográfica elucidativa e indicação em peça desenhada da sua localização no edifício; devem incluir-se os órgãos que pertençam ao equipamento na descrição e registo de um segundo nível.

Note-se que 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.

(adaptado de EN 15221; EN 13306; Hormigo (2016))

➤ **Mobiliário e outros equipamentos**

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

(adaptado de EN 15221; EN 13306; Hormigo (2016))

2.3.3 – ESPECIALIDADES DA ÁREA TÉCNICA

A direção de gestão 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.

(adaptado de EN 15221; EN 13306; Hormigo (2016))

2.3.4 – CARACTERIZAÇÃO DOS BENS

Na ótica da gestão informatizada da manutenção, os bens podem ser caracterizados de acordo com a seguinte divisão:

- Objeto de manutenção – qualquer bem a registar e caracterizar para efeitos de manutenção e da gestão da manutenção;
- Material de manutenção – peças que não sejam considerados como objeto de manutenção. Tem um conceito logístico.

Note-se que um objeto de manutenção não tem que ter um plano de manutenção preventiva associado. Pode decidir-se não fazer manutenção.

2.3.5 – REGISTO DOS OBJETOS DE MANUTENÇÃO

O registo de um objeto de manutenção seguirá os seguintes passos:

- Codificação
- Registo do objeto
- Fichas de manutenção associadas aos planos de manutenção
- OT correspondentes

2.3.6 – INFORMAÇÃO ASSOCIADA A UM OBJETO DE MANUTENÇÃO

No caso de um equipamento, para além da sua identificação e das suas características técnicas, a informação relativa a um objeto de manutenção, incluirá:

- Certificados – obtidos na fase de comissionamento ou outros relevantes para a operação do equipamento;
- Manual de operação – detalha as instruções para colocação em serviço e operação correta do equipamento;
- Manual de manutenção – especifica as intervenções de manutenção a realizar e periodicidades;
- Forma de executar as intervenções de manutenção - precauções de segurança; forma de intervir no equipamento para detetar avarias e realizar a manutenção;
- Lista de peças – peças que constituem o equipamento e eventualmente, ferramentas especiais a utilizar.
- Lista de consumíveis – consumíveis a utilizar no equipamento (filtros, óleos lubrificantes) recomendados pelo fabricante. Interessa definir quantidades a manter em *stock*.

Os sistemas informatizados de gestão da manutenção associam ao registo do objeto, todos os documentos associados, que são de fácil acesso.

Em geral, associam-se:

- Documentos técnicos do equipamento;
- Certificados;
- Lista de peças;
- Peças desenhadas;
- Impressos tipificados para registos;
- Fotografias do equipamento ou desenhos 3 D.

(adaptado de Raouf, A., 2009 - Handbook of Maintenance Management and Engineering – Ed. Springer-Verlag)

CAPÍTULO III – MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

3.1 – INTRODUÇÃO

A manutenção de edifícios, nomeadamente dos seus equipamentos técnicos (com ênfase na climatização), está intimamente relacionada com a eficiência energética, pois sabe-se que os sistemas de climatização são responsáveis por cerca de 40% dos consumos energéticos nos edifícios de serviços (adaptado de: Eurostat – *Directorate General for Energy*, 2014; diretiva 2010/31/EU).

Torna-se, portanto, imprescindível melhorar o desempenho da condução desses equipamentos, adotando medidas rigorosas do ponto de vista técnico, e de gestão das operações de condução dos próprios sistemas. Há que atuar em duas vertentes: técnica e de gestão, que se descrevem em seguida:

➤ **Vertente técnica:**

Deve ser garantido quer “*in house*” se a empresa proprietária dos edifícios tiver técnicos qualificados em número suficiente, ou em “*outsourcing*”, que os Planos de Manutenção preventiva e corretiva (normal e de emergência) de todos os equipamentos e sistemas instalados nos edifícios, são rigorosamente cumpridos, de modo a minimizar tempos de avarias e de deficiências de funcionamento. Esses Planos devem ser cuidadosamente preparados de modo a conterem as adequadas operações de manutenção dos sistemas mais impactantes no funcionamento dos edifícios: sistemas de climatização/ventilação, infraestruturas elétricas, infraestruturas eletromecânicas.

Caso não exista, deve ser instalado um sistema de GTC (Gestão Técnica Centralizada), que permita operar e controlar os sistemas instalados (AVAC, instalações elétricas gerais, posto de transformação, gerador de emergência, UPS, alimentadores em corrente contínua, baterias, ...)

➤ **Vertente de gestão:**

Deve ser utilizada ferramenta informática robusta de gestão de instalações, de modo a garantir a qualidade de serviço pretendida, conforme descrito no capítulo II.

É importante utilizar os *benchmarks* definidos no capítulo II, que por seu lado se baseiam na EN 15221 – 7, descrita no capítulo I.

(adaptado de Raouf, A., 2009 - *Handbook of Maintenance Management and Engineering* – Ed. Springer-Verlag)

3.2 – TIPOS DE MANUTENÇÃO

3.2.1 – INTRODUÇÃO

Embora não haja ainda uniformidade de classificação, são correntemente considerados os seguintes tipos de manutenção:

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

Os diversos tipos de manutenção podem ser também considerados como políticas de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição da gestão ou da política global seguida para a instalação.

(adaptado de: Hormigo, 2016)

3.2.2 – MANUTENÇÃO CORRETIVA

A manutenção corretiva é a atuação para correção da falha do equipamento ou do desempenho distinto do esperado. Ao efetuar-se uma reparação sobre um equipamento ou sistema que apresenta um defeito ou um desempenho distinto do esperado, está-se, portanto, a executar uma manutenção corretiva. Note-se que a manutenção corretiva não é, necessariamente, uma manutenção de emergência.

Existem condições específicas para desencadear a manutenção corretiva:

- Desempenho deficiente
- Ocorrência de falha

A ação principal da manutenção corretiva é, portanto, corrigir ou restaurar as condições de funcionamento de um equipamento ou sistema.

A manutenção corretiva pode dividir-se em dois tipos:

a) Manutenção Corretiva Não Planeada

b) Manutenção Corretiva Planeada

a) Manutenção Corretiva Não Planeada

É a correção da falha de forma aleatória. Caracteriza-se pela atuação em facto já ocorrido, seja este por uma falha ou por um desempenho inferior ao esperado. Neste tipo de manutenção, não há, em geral, tempo para a preparação do serviço. Correntemente, é uma intervenção de emergência. Em geral, este tipo de manutenção implica custos elevados, pois uma falha inesperada pode acarretar perdas de funcionalidades relevantes para a operação que se desenvolve num edifício, em instalações industriais, perdas de produção ou perda de qualidade do produto fabricado e elevados custos indiretos de manutenção. Note-se que quebras aleatórias podem ter consequências graves para o equipamento. Em fábricas de processo contínuo (petroquímicas, cimentos, celulosas), a interrupção abrupta de um equipamento pode conduzir a deficiente funcionamento de outros, originando interrupções em cascata, com a consequente perda de negócio.

Quando uma empresa tem a maior parte da sua manutenção assente em manutenção corretiva do tipo não planeado, o desempenho empresarial não se adequa à competitividade (adaptado de: Hormigo, 2016; Raouf, A., 2009 - Handbook of Maintenance Management and Engineering – Ed. Springer-Verlag).

b) Manutenção Corretiva Planeada

É a correção do desempenho inferior ao esperado ou da falha, de modo planeado, por decisão de gestão, isto é, pela atuação em função de acompanhamento preditivo (que se focará de seguida), ou de funcionamento do equipamento, até que a quebra ocorra.

O trabalho planeado é sempre mais seguro e de maior qualidade do que o não planeado. Mesmo que a decisão seja a de deixar o equipamento funcionar até à quebra, pode planear-se o que fazer quando a falha ocorrer. Por exemplo, substituir o equipamento por outro idêntico, ter um “kit” para reparação rápida, preparar a intervenção.

Por vezes as organizações adotam uma política de manutenção corretiva planeada. A adoção de tal política, pode advir de vários fatores: 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 de reparação a executar; garantia da existência de peças para substituições; existência de recursos humanos com conhecimento e tecnologia adequados, para a realização da intervenção

(adaptado de: Hormigo, 2016; Raouf, A., 2009 - *Handbook of Maintenance Management and Engineering* – Ed. Springer-Verlag).

3.2.3 – MANUTENÇÃO PREVENTIVA

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

A manutenção preventiva, ao invés da corretiva, procura evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procura prevenir. Em alguns sectores (aviação, por ex.) a adoção de manutenção preventiva é imperativa para determinados componentes ou sistemas, pois o fator segurança sobrepõe-se aos demais.

A definição da periodicidade da intervenção e eventual substituição de componentes ou de equipamento, deve ser estipulada para cada instalação, no caso de os fabricantes não fornecerem dados precisos de manutenção preventiva. Interessa sublinhar que o mesmo equipamento tem comportamento distinto consoante as condições de exploração e o ambiente em que está instalado.

Se ocorrer uma falha entre duas intervenções preventivas, ter-se-á de realizar uma intervenção corretiva.

Há diversos fatores a considerar para a adoção de uma política de manutenção preventiva:

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Quando há aspetos relacionados com a segurança do pessoal ou das instalações que tornam mandatória a intervenção de manutenção preventiva, normalmente para substituição de componentes;

- Por oportunidade de intervenção em equipamentos críticos, de difícil libertação operacional;
- Por riscos de agressão ambiental;
- Em sistemas complexos de operação contínua.

A manutenção preventiva é tanto mais conveniente quando maior for a simplicidade na reposição; quanto mais elevados forem os custos resultantes de falha; quanto mais as falhas prejudicarem a produção; quanto maiores forem as implicações das falhas na segurança do pessoal e da operação.

Um ponto negativo em relação à manutenção preventiva é a possível introdução de defeitos não existentes no equipamento, devido a: falha humana; falta de peças de reserva; contaminações de sistemas (com óleo ou água); danos durante paragens e arranques do equipamento; falha dos procedimentos de manutenção.

(adaptado de: Hormigo, 2016; Raouf, A., 2009 - *Handbook of Maintenance Management and Engineering* – Ed. Springer-Verlag)

3.2.4 – MANUTENÇÃO PREDITIVA

Manutenção preditiva, Manutenção Sob Condição ou Manutenção com Base no Estado do Equipamento, é a atuação realizada com base em modificações de parâmetro de condição ou de desempenho, cujo acompanhamento é realizado de forma sistemática.

A manutenção preditiva 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 da Manutenção Preditiva é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas, através do acompanhamento de diversos parâmetros, permitindo a operação contínua do equipamento pelo maior tempo possível.

De facto, o termo associado à manutenção preditiva é prever as condições dos equipamentos, ou seja, a manutenção preditiva privilegia a disponibilidade, na medida em que não promove a intervenção nos equipamentos ou sistemas, pois as medições e verificações são efetuadas com o equipamento em operação.

Quando o grau de degradação se aproxima ou atinge o limite previamente estabelecido, é tomada a decisão de intervenção. Normalmente esse tipo de acompanhamento permite a preparação prévia do serviço, além de outras decisões e alternativas relacionadas com a produção.

Podemos dizer que a manutenção preditiva prediz as condições dos equipamentos e quando a intervenção é decidida, o que se faz, na realidade, é uma manutenção corretiva planeada.

Há diversos fatores a considerar para a adoção de uma política de manutenção preditiva:

- 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.

A adoção desta política de manutenção permite referir que a ocorrência de falhas não esperadas é muito reduzida, o que conduz a um aumento da segurança, a uma redução de paragens inesperadas de produção e a uma consequente redução de perdas de negócio por indisponibilidade de equipamentos ou sistemas.

Interessa mencionar que os custos envolvidos na manutenção preditiva são de dois tipos: custos derivados de acompanhamento periódico através de aparelhos de medição, análise de parâmetros de funcionamento e diagnóstico; custos derivados da instalação de sistemas de monitorização em contínuo “*on line*”, com emissão de alarmes quando de deteção de desempenho inferior ao esperado.

(adaptado de: Hormigo, 2016; Raouf, A., 2009 - Handbook of Maintenance Management and Engineering – Ed. Springer-Verlag).

3.2.5 – MANUTENÇÃO DETETIVA

A manutenção detetiva iniciou-se a partir de 1990. Pode definir-se como a atuação efetuada em sistemas de proteção e monitorização do estado dos equipamentos, procurando detetar falhas ocultas ou não perceptíveis pela equipa de manutenção e operação.

Neste tipo de manutenção é crescente a utilização de sistemas digitais de instrumentação e controle, e meios computacionais, associados a softwares específicos. Os sistemas têm de ser analisados e monitorizados por especialistas, sem serem colocados fora de serviço. As falhas ocultas detetadas, são corrigidas, mantendo os equipamentos em operação.

(adaptado de: Hormigo, 2016; Raouf, A., 2009 - *Handbook of Maintenance Management and Engineering* – Ed. Springer-Verlag).

3.2.6 – ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

A engenharia de manutenção representa a 2ª quebra de paradigma na Manutenção. Procura as causas de mau desempenho, intervém a montante no projeto, interfere tecnicamente no departamento de compras. Obtém e utiliza *benchmarks* para análise comparativa e seguimento das melhores práticas.

3.3 – MANUTENÇÃO E CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO

3.3.1 – INTRODUÇÃO

Se se considerar o ciclo de vida de um edifício, poder-se-á afirmar que os tempos das atividades de conceção, projeto, construção e manutenção, são, em geral, os seguintes:

- 2 anos gastos na conceção e projeto;
- 2 a 3 anos dedicados à construção;
- 40 ou mais anos dedicados à fase de operação, exploração e manutenção.

A atividade de manutenção decorre, portanto, durante um longo período de tempo, tendo um impacte direto na qualidade do serviço prestado – condições de segurança, de uso e de conforto dos utentes.

(Hormigo, 2016)

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). Este valor, acumulado ao longo da vida útil dos edifícios variará entre 40% e 80% ou mais, do custo de construção. Se se tomar o período de 50 anos, como o tempo de vida útil de um edifício, no final da vida útil o montante despendido em operação e manutenção, equivale ao custo de construção. Demonstra-se assim, a relevância que a operação e manutenção representa na gestão dos ativos imobiliários.

3.3.2 – FACTORES QUE INFLUENCIAM O TEMPO DE VIDA ÚTIL DE UM EDIFÍCIO

Interessa mencionar os fatores que impactam no tempo de vida útil de um edifício. Esses fatores que estão diretamente relacionados com a degradação do imóvel, poderão ser resumidos da seguinte forma:

- Fatores que influenciam a degradação na Fase de Projeto:
 - Informação deficiente ou alterações durante a execução do projeto
 - Incompatibilidades de projetos das diversas especialidades
 - Especificações inadequadas de materiais
 - Ausência da consideração dos aspetos de operação e manutenção

De facto, informação incompleta ou alterações na execução do projeto, bem como incompatibilidades entre especialidades, materiais inadequados, ou “esquecimento” de necessidades da operação e manutenção, podem assumir um papel relevante na qualidade do produto final – o edifício construído – contribuindo para o encurtamento da sua vida útil.

- Fatores que influenciam a degradação na Fase de Construção:
 - Deficiente informação para a execução da obra
 - Supervisão deficiente
 - Prazos de execução irrealistas
 - Mão-de-obra não qualificada

- Fatores que influenciam a degradação na Fase de Utilização:
 - Presença e intensidade dos agentes que afetam a degradação: agentes mecânicos, eletromagnéticos, temperatura, agentes químicos e biológicos
 - Nível de manutenção

(adaptado de Hormigo, 2016)

CAPÍTULO IV – A EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS – NZEB, IoT, ANN e GA, APLICADOS A EDIFÍCIOS

4.1 – ENQUADRAMENTO

A Comissão Europeia, em consequência do compromisso assinado em Quioto, na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre as alterações climáticas, tem vindo a implementar metas ambiciosas no espaço Europeu para que o consumo de energia de origem renovável seja cada vez maior, diminuindo o impacto ambiental provocado pela atividade da indústria da construção e outras indústrias e pelo património já edificado, como ficou definido na Diretiva 2010/31/EU, melhorando simultaneamente as condições que permitam a competitividade da indústria da construção. A redução do consumo de energia e o aumento do aproveitamento de energia proveniente de fontes renováveis têm igualmente um importante papel a desempenhar na promoção da segurança do aprovisionamento energético, na promoção dos avanços tecnológicos e na criação de oportunidades de emprego e desenvolvimento regional (Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de maio de 2010, relativa ao “Desempenho Energético dos Edifícios”, 2010, pp. L 153/13 – L 153/35).

A União Europeia definiu ainda três objetivos chave até 2020, sendo eles:

- Reduzir até 2020 as emissões globais de gases com efeito de estufa em pelo menos 20% em relação aos níveis de 1990, e reduzir em 30% no caso de se alcançar um acordo internacional (Diretiva 2010/31/EU);
- Aumentar em 20% o consumo de energia proveniente de fontes de energia renováveis (Diretiva 2010/31/EU);
- Aumentar a eficiência energética na União Europeia em 20% (Diretiva 2012/27/EU).

Na sequência da Diretiva 2010/31/EU, é publicado o Decreto-Lei nº118/2013, tendo surgido na Diretiva e no Decreto-Lei nº 118/2013 (que transpôs a Diretiva), um novo conceito – o de edifício *NZEB*. Este conceito refere-se a edifícios cujo saldo energético entre as perdas/consumos existentes no edifício e ganhos provenientes de fontes renováveis seja “quase” zero, ao longo de um ciclo anual. Este balanço próximo de zero, deverá ser obtido em grande parte pelo recurso a energias provenientes de fontes renováveis instaladas no edifício ou na sua proximidade. Caberá aos órgãos governamentais de cada estado membro definir os limites e requisitos máximos para que este saldo energético seja atingido. Foi também definido o objetivo de todos os edifícios

novos até 31 de dezembro de 2020 terem de cumprir um balanço energético nulo ou quase nulo (*NZEB*), sendo que para os edifícios novos com carácter público essa exigência é antecipada para 31 de dezembro de 2018 (Diretiva 2010/31/EU).

Os Estados Membros têm de planificar as suas estratégias de modo a fomentar a construção de edifícios de balanço energético quase nulo (*NZEB*), podendo não cumprir as exigências *NZEB* 2018/2020, em casos justificáveis, isto é, desde que a análise custo-benefício de investimentos destinados a garantir a eficiência energética para todo o ciclo de vida do edifício, seja negativa (Diretiva 2010/31/EU).

Tem-se verificado recentemente uma crescente preocupação em construir edifícios que reflitam essas preocupações/imposições legais, à custa da melhoria de processos construtivos, da utilização de novos materiais e da aplicação aos edifícios de tecnologia de base informática destinada a monitorizar o estado do edifício, em tempo real. Com base em *software* apropriado baseado na “*web*” é possível monitorizar equipamentos e sistemas, medir parâmetros de funcionamento, controlar a manutenção dos edifícios, e geri-los globalmente, isto é, basear o *Facility Management* do edifício em *software* apropriado.

Para além do desenvolvimento do tema “edifícios eficientes energeticamente”, foi abordado no presente capítulo, o “*state of the art*” no que se refere às mais recentes tendências na gestão avançada de edifícios, isto é:

- A contribuição da internet das coisas (*IoT*) na gestão dos edifícios. Pretende-se demonstrar que com recursos avançados de tecnologia e adequada manutenção, é possível construir ou reabilitar edifícios que se aproximem de edifícios com necessidades energéticas quase nulas e que a *IoT* tem um papel fundamental no controlo dos equipamentos e sistemas, em tempo real.
- A contribuição das redes neuronais artificiais (*Artificial Neural Networks - ANN*) e dos algoritmos genéticos (*Genetic Algorithms – GA*) para previsões de consumos de energia, ao longo do ciclo de vida dos edifícios.

4.2 – EDIFÍCIOS EFICIENTES DO PONTO DE VISTA ENERGÉTICO

No seguimento do mencionado no subcapítulo 4.1, estima-se que a combinação da melhoria da eficiência energética nos edifícios com a produção de energia renovável no local, tenha potencial para atingir o balanço energético nulo nos edifícios (*NZEB*) (TORCELLINNI, P., PLESS, S. – *Net-Zero Energy Buildings: A classification system based on renewable energy supply options*. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Junho, 2010).

No presente subcapítulo vão ser abordados os conceitos de edifícios energeticamente eficientes com foco nos “*Nearly Zero Energy Buildings*” (*NZEB*) e “*net zero energy buildings*” ou “*net Zero Buildings*” (*NZEB*).

De fato torna-se necessário diferenciar dois conceitos: o conceito de *Nearly Zero Energy Building* (*NZEB*) e *Net Zero Building*.

De uma forma generalista, um *NZEB* pode ser descrito como “um edifício que possui elevado desempenho energético”. A energia quase nula ou pouco significativa que é eventualmente necessária, deverá ser garantida quase na sua totalidade por fontes renováveis instaladas no edifício ou na sua proximidade. O *NZEB* produz energia quando as condições são favoráveis, caso contrário usa a energia entregue pela rede, numa troca frequente de fluxos de energia.

O conceito de *Net Zero Building* (*NZEB*) define um edifício que utiliza zero (0) kWh/m² de energia primária, se se considerar energia primária como sendo proveniente de fontes renováveis ou de fontes não renováveis, que não tenha sofrido qualquer tipo de conversão ou transformação. O cômputo final de balanço energético refere-se a um ciclo anual.

O balanço anual de energia primária de zero (0) kWh/m²/ano, geralmente conduz a que uma quantidade significativa da energia gerada no local seja trocada com a rede pública de abastecimento. Portanto, o *NZEB* produz energia quando as condições são favoráveis, caso contrário usa a energia entregue pela rede.

Fazendo um enquadramento histórico dos conceitos *ZEB*, verifica-se ser difícil encontrar um edifício que possa ser chamado de primeiro *Zero Energy/Emission Building* (*ZEB*). Uma das razões poderá ser devido ao facto deste conceito *ZEB* não ser um conceito novo, tratando-se apenas de uma designação moderna para os edifícios. No entanto foi no final dos anos 70 e início dos anos 80 que começam a aparecer alguns artigos técnicos nos

quais as frases “a zero energy house”, “a neutral energy autonomous house” ou “an energy-independent house” começaram a ser utilizadas. Este tema surgiu na altura em que as consequências da crise do petróleo começaram a fazer-se sentir e a utilização de fontes de energia fósseis começou a ser um assunto discutido (HEISELBERG, A., MARSZAL, A. – *Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies definitions*. Universidade Aalborg, Dinamarca, 2009)

Ao longo do tempo diferentes tipos de conceitos *ZEB* foram descritos, no entanto em quase toda a produção técnica produzida o conceito *ZEB* estava definido de diferentes maneiras ou simplesmente não se utilizava uma definição exata. Normalmente, as formas utilizadas para alcançar o objetivo do balanço energético nulo, tinham consequências na definição do conceito *ZEB*. Recentemente, a falta de entendimento e a dificuldade de se conseguir encontrar uma definição comum do conceito *ZEB* tornou-se evidente, sendo que este conceito de edifício é pensado para ser uma solução eficaz para diminuir uso de energia e as emissões de GEE no sector da construção (HEISELBERG, A., MARSZAL, A. – *Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies definitions*. Universidade Aalborg, Dinamarca, 2009)

Devido ao facto deste conceito ser um conceito muito geral, surge a necessidade de se recorrer a uma definição mais rigorosa do conceito. Torcellini, et al. (2006), apresenta uma definição geral do conceito *NZEB*, que é utilizada pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE): um edifício *ZEB*, é um edifício residencial ou comercial com necessidades energéticas reduzidas, através de ganhos energéticos eficientes, de forma que o balanço energético das suas necessidades possa ser fornecido por tecnologias de fontes renováveis. No entanto, nesta definição existe uma indefinição do termo “zero”, no qual o autor refere que apesar do “entusiasmo” em torno do conceito “zero energy” falta encontrar uma definição comum ou até mesmo a compreensão do que significa. O mesmo autor indica que a definição do conceito *ZEB* pode ser construído de várias maneiras dependendo dos objetivos do projeto, das intenções do investidor, preocupação sobre as alterações climáticas e emissões de GEE para a atmosfera ou dos custos associados à energia. Tendo em conta os cenários mencionados, são apresentadas quatro definições do conceito *ZEB* (TORCELLINNI, P., PLESS, S. – *Net-Zero Energy Buildings: A classification system based on renewable energy supply options*. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Junho, 2010):

- *Net-Zero Site Energy* – Produz, no mínimo, tanta energia (através de fontes renováveis) quanto aquela que consome ao longo de um ano (energia contabilizada no local).
- *Net-Zero Source Energy* – Produz, no mínimo, tanta energia (através de fontes renováveis) quanto aquela que consome ao longo de um ano (energia contabilizada na fonte de produção). Para calcular a total “*Source Energy*” do edifício, é contabilizada a energia primária útil para a produção de energia útil no local sendo necessário multiplicar pelos devidos fatores de conversão de energia primária em energia útil, para se contabilizarem as perdas de energia durante a distribuição. Por exemplo: se um edifício obtém eletricidade para aquecimento a partir de uma fábrica de carvão, sendo o fator de conversão do local para a fonte de 3,37, isso que significa que o edifício tem que exportar aproximadamente um terço da quantidade de energia que importou, pois apenas um terço da energia no carvão é aproveitada, sendo o resto desperdiçado durante a combustão.
- *Net-Zero Energy Cost* – O custo associado à compra de energia à rede necessária para a utilização do edifício ao longo de um ano é compensada pela venda à rede da energia produzida pelo edifício. Isto é, a fatura da energia do edifício é zero ou negativa;
- *Nearly Zero Energy Building (NZEB)* diz respeito a edifícios que possuem balanço energético anual, próximo de zero, ou seja, edificações que consumam uma quantidade de energia inferior ou igual à produzida através de fontes renováveis e alternativas de energia.
- *Net-Zero Energy Emissions* – Produção e exportação suficiente de energia sem emissões (energia de fonte renovável) para compensar a energia obtida a partir de combustíveis que produzam emissões de GEE para a atmosfera ao longo de um ano (Zero Carbon Building).

Por exemplo: se um edifício que apenas necessita de energia elétrica para o seu funcionamento e importa energia proveniente de uma fonte que não emite GEE para a atmosfera (central hidroelétrica, parques eólicos), não necessita de produzir energia sem emissões de gases pois o balanço energético das emissões de carbono é nulo. Mas se o edifício utiliza gás natural para aquecimento, necessita de produzir e exportar energia de fontes sem emissão de gases numa quantidade suficiente para compensar as emissões de gases provenientes da utilização do gás natural.

Apesar das diferentes definições do conceito, não se pode considerar uma definição correta pois dependem dos objetivos do projeto, tendo cada definição do conceito *NZEB* uma diferente influência na projeção do edifício. Todas estas definições têm vantagens e desvantagens, que são tidas em conta consoante o objetivo do projeto. Na tabela 1 são apresentadas as vantagens e desvantagens de cada definição:

Definição	Vantagens	Desvantagens
<i>Site nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de implementar; • Medições feitas no local; • Abordagem mais conservativa de <i>nZEB</i>; • Fatores exteriores não afetam o desempenho; • Fácil de entender e comunicar; • Encoraja o projeto de edifícios eficientes do ponto de vista energético. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de mais módulos fotovoltaicos para compensar a utilização de gás natural; • Não considera os custos de todos os serviços; • Não tem em consideração os diferentes tipos de combustíveis; • Não conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, disponibilidade).
<i>Source nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Equaciona os custos dos diversos tipos de energia existentes no local; • <i>nZEB</i> fácil de alcançar; • Maior impacto no sistema de energia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, disponibilidade); • Conversão em energia primária muito generalizada; • Não considera todos os custos de energia (fator de conversão pode ser muito baixo); • Não necessita de definir um fator de conversão fonte-local, o que requer um número significativo de informação.
<i>Cost nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de implementar e medir; • Mercado exige resultados equilibrados entre tipos de combustíveis diferentes; • Permite um controlo mais eficiente; • Verificado através das contas energéticas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pode não se refletir na rede elétrica nacional, pois mais painéis fotovoltaicos podem ser mais importantes na redução dos consumos locais do que na venda de energia à rede; • Tipo de energia muito volátil o que torna difícil de controlar ao longo do tempo; • Necessita de acordos para que a energia produzida compense a energia consumida e os custos não energéticos.
<i>Emissions nZEB</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Melhor modelo de energia verde; • Conta com as diferenças não energéticas dos diferentes combustíveis (poluição, GEE); • <i>nZEB</i> fácil de alcançar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessita de fatores de emissões apropriados.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de *NZEB*, (adaptado de TORCELLINI, P., PLESS, S. – *Net-Zero Energy Buildings: A classification system based on renewable energy supply options*. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Junho, 2010).

Mertz, et al. (2007) fez a distinção entre duas definições de *ZEB*: *Net Zero Energy Buildings* e *Net Zero CO₂ Neutral Buildings*, sendo resultado da limitação dos recursos e do impacto ambiental, respetivamente. O autor refere que os *Net Zero Energy Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano geram a mesma quantidade de energia do que aquela que consomem, podendo essa energia ser gerada no local através de painéis fotovoltaicos, energia eólica ou energia do biogás. Estes edifícios produzem energia renovável suficiente para compensar a energia consumida da rede. Na *Net Zero CO₂ Neutral Buildings* durante a utilização do edifício, as emissões de carbono para a atmosfera são nulas. A produção de energia sem emissões de carbono decorre no local tal como os *Net Zero Energy Buildings* (MERTZ, G.A., et al – Cost optimization of net-zero energy house, Energy Sustainability, Long Beach, Califórnia, 2007).

Em 2008, Jens Laustsen, no relatório da Agência Internacional da Energia (IEA), apresenta a questão das diferentes interpretações da definição *ZEB*. Laustsen, apresenta uma definição geral para o conceito *ZEB*, como sendo um edifício que não utiliza combustíveis fósseis, apenas obtém toda a energia necessária para o seu funcionamento através da energia solar ou outras fontes de energia renováveis. No entanto, ao mesmo tempo enfatiza os pontos fracos da definição, dizendo que segundo este princípio, pode-se tratar de um edifício tradicional ao qual é fornecida uma grande quantidade de sistemas de coletores solares e de painéis fotovoltaicos. Se esses sistemas fornecerem mais energia do que a energia consumida ao longo de um ano, este edifício é um *ZEB*. Quando o assunto se foca no significado do “zero”, são mencionadas duas definições (LAUSTSEN, J. – *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. International Energy Agency*).

- *Zero Net Energy Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano apresentam um balanço energético nulo, sendo que a quantidade de energia fornecida à rede é igual ou superior à energia consumida à rede. Não sendo necessário a utilização de combustíveis fósseis para satisfazer as necessidades de aquecimento, arrefecimento, iluminação e águas quentes sanitárias (AQS).
- *Zero Carbon Buildings*, são edifícios que ao longo de um ano não utilizam energia que implique a emissão de dióxido de carbono para a atmosfera. Ao longo de um ano estes edifícios são neutros ou positivos em emissões de carbono, visto que produzem energia sem dióxido de carbono suficiente para satisfazer as suas necessidades energéticas.

A principal diferença entre estas duas definições reside no facto de os “Zero Net Energy Buildings” serem ao mesmo tempo “Zero Carbon Buildings”, e, no entanto, os “Zero Carbon Buildings” não necessitam de ser “Zero Net Energy Buildings”.

Na figura 8, pode-se observar uma ilustração do conceito NZEB. É possível analisar quais são as variáveis que entram na equação do balanço energético e verificar que a energia consumida pedida à rede é aproximadamente igual à energia gerada fornecida à rede.

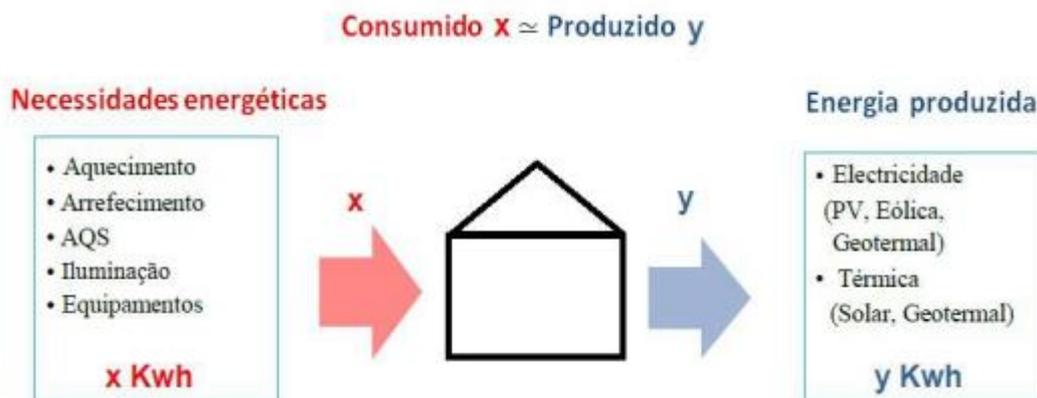


Figura 8 - Conceito NZEB (adaptado de GONÇALVES, H. – Em direção aos Edifícios de Balanço Energético Zero. Jornadas da climatização, Ordem dos Engenheiros, 2011)

Para alcançar uma definição adequada do conceito ZEB, é preciso ter em conta o contexto da sociedade, bem como os aspetos financeiros, técnicos e ambientais. Consequentemente os princípios sobre os quais se regem todas as definições também se devem basear nestes fatores.

Surgiu recentemente o conceito de *E-PB* (*Energy – Plus Building*) que se define como um edifício que num ciclo anual produz mais energia por fontes renováveis do que a que consome.

(Hormigo, 2016)

4.3 - EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: A LEGISLAÇÃO PORTUGUESA

Conforme se referiu nos subcapítulos 4.1 e 4.2, a Diretiva 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, foi transposta para a legislação portuguesa, tendo resultado o Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto. Este decreto-lei define o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos

Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), atendendo, simultaneamente, aos interesses inerentes à aplicabilidade integral e utilidade deste quadro legislativo, e aos interesses de simplificação e clareza na produção legislativa de carácter predominantemente técnico (Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto de 2013 publicado em Diário da República).

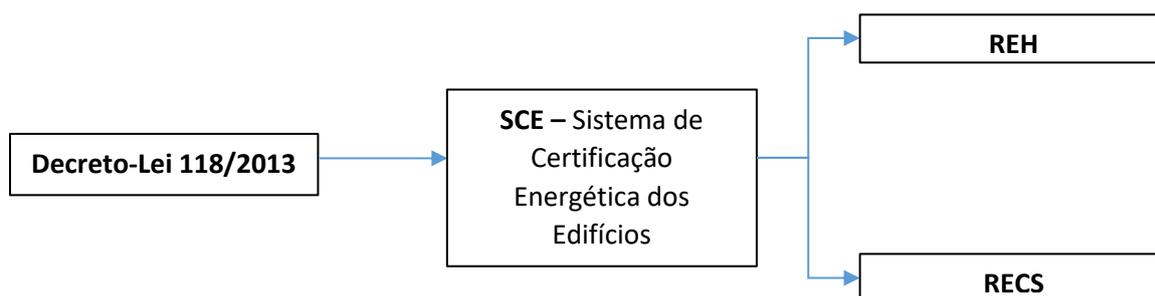


Tabela 3 - Esquema de simplificação legislativa

Apresenta-se em cima, esquema de simplificação legislativa do Decreto-Lei nº 118/2013 (três Regulamentos num único documento).

Este diploma, além de assegurar a transposição do âmbito europeu para o âmbito nacional, impôs a revogação da legislação então vigente, e aporta melhoria da sistematização e do âmbito de aplicação do sistema de certificação energética e respetivos regulamentos.

O decreto anteriormente mencionado define um mapa evolutivo de requisitos com um horizonte temporal no limite até 2020, permitindo criar condições de previsibilidade, que facilitam a antecipação e a adaptação do mercado, ao mesmo tempo que aponta no sentido de renovação do parque imobiliário por via da promoção de edifícios cada vez mais eficientes. Criam-se, igualmente, condições para uma ágil adaptação dos requisitos regulamentares, com base em critérios de nível ótimo de rentabilidade, resultantes do desempenho energético dos edifícios e dos seus componentes.

Tendo em conta o contexto do Decreto – Lei em causa, surge a necessidade de definição de edifícios com necessidades energéticas quase nulas, *NZEB*, que deverão possuir um carácter de referência para novas construções a partir de 2020, que nos casos de edifícios novos de entidades públicas, deverá ser 2018, bem como servir de modelo a futuras intervenções no edificado existente. Este padrão conjuga a redução, na maior extensão

possível e suportada numa lógica de custo-benefício, das necessidades energéticas do edifício, com o abastecimento energético através do recurso a energia de origem renovável, localizada no edifício ou na sua vizinhança (Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto de 2013 publicado em Diário da República).

Em Portugal vigoram ainda outros documentos de carácter legislativo com influência direta sobre o desempenho energético de edifícios, que se indicam:

- Lei 58/2013 de 20 de agosto - definição dos requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito de para a certificação energética bem como técnico de manutenção de edifícios e sistemas;
- Portaria 349 A/2013 – define o funcionamento do Sistema de Certificação Energético dos Edifícios (SCE) de habitação (REH) e o regulamento do desempenho energético dos edifícios de comércio e serviços (RECS), onde são definidas as competências da entidade gestora do SCE, atividades dos técnicos, categorias de edifícios, fixação de taxas de registo e critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação;
- Portaria 349 B/2013 – REH – define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético, para a tipologia de pré-certificados e certificados do SCE, e os requisitos de comportamento técnico e eficiência dos sistemas dos edifícios novos e sujeitos a intervenções de maior escala;
- Portaria 349 C/2013 – Estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização;
- Portaria 349 D/2013 – RECS – determina os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica envolvente e à eficácia dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes;
- Portaria 353 A/2013 – define os requisitos para a ventilação e qualidade do ar interior;

- Portaria 66/2014 – define o sistema de avaliação dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) e aprova as adaptações ao regime jurídico de certificação para acesso e exercício da atividade de formação profissional;
- Despacho 15793 D/2013 – Estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária;
- Despacho 15793 E/2013 – estabelece as regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes;
- Despacho 15793 F/2013 – define os parâmetros de zonamento climático e respetivos dados;
- Despacho 15793 G/2013 – define os elementos mínimos a incluir nos procedimentos de ensaios e de receção das instalações e elementos mínimos do plano de manutenção;
- Despacho 15793 H/2013 – Estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema;
- Despacho 15793 I/2013 – Estabelece as metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e as necessidades nominais anuais globais de energia primária;
- Despacho 15793 J/2013 - Especifica as regras de determinação da classe energética;
- Despacho 15793 K/2013 – define os parâmetros térmicos de cálculo;
- Despacho 15793 L/2013 – Procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética;

Considerando os edifícios de comércio e serviços, os maiores consumidores de energia, o regulamento (RECS), incluído no Decreto-Lei nº 118/2013, estabelece no Artigo 32º, as regras a observar no projeto, construção, alteração, operação e manutenção destes edifícios e nos seus sistemas técnicos, bem como os requisitos para a caracterização do seu desempenho, no sentido de promover a eficiência energética e a qualidade do ar interior (Decreto-Lei nº 118/2013). Em edifícios deste tipo, deverá ter-se em atenção que o seu desempenho energético é estimado através da determinação de um Indicador de Eficiência Energética (IEE). Este IEE é determinado com base no somatório dos diferentes consumos anuais de energia, agrupados em indicadores parciais e convertidos para energia primária por unidade de área interior de piso útil (Portaria nº349-D/2013, de 29 novembro, Anexo I). O IEE deverá ser expresso em kWh/m²/ano. Em Portugal, até ao momento não existe qualquer informação sobre os requisitos de desempenho energético nem qual deverá ser a contribuição das renováveis. Portugal não é o único país que não apresenta no seu panorama nacional legislativo estes valores estabelecidos. Neste momento, apenas o Chipre, a Eslováquia, a Bélgica, a França, a Irlanda, a Holanda, a Dinamarca, a Estónia, a Letónia e a Lituânia, apresentam os valores relativos ao desempenho energético que os edifícios devem apresentar (adaptado de: Buso, T. Corgnati, S. Derjanecz, A. Kurnitski, J. Litiu, A. *NZEB definitions in Europe. REHVA-Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations*).

Para que se possa emitir um pré-certificado ou um certificado energético para estes edifícios, será necessário determinar a classe energética do edifício, sendo que esta deverá ser estabelecida segundo o definido no Despacho nº15793-J/2013. A classe energética é determinada através de um rácio de classe energética, sendo que a fórmula de cálculo para este rácio diverge consoante o tipo de edifício em questão. Posteriormente, deverá comparar-se o valor do rácio encontrado com os valores tabelados para assim encontrar a letra representativa à classe energética do edifício (Despacho 15793-J/2013).

Poderá então assumir-se que o presente decreto se apresenta de forma sólida, constituindo uma ferramenta essencial numa procura assertiva de um caminho de melhoria da eficiência energética com especial enfoque no edificado. A nível internacional existe um conhecimento muito mais vasto nestas temáticas. Conhecimento que deriva essencialmente de uma larga experiência na concretização e aplicação de medidas deste âmbito. Desta forma, o Decreto-Lei 118/2013 segue algumas das boas práticas desenvolvidas e comprovadas internacionalmente, bem como desenvolve instrumentos e

metodologias de suporte à definição de estratégias, planos e mecanismos de incentivo à eficiência energética (Decreto-Lei nº 118/2013). Outra relação importante a retirar da análise deste documento é o facto de os pré-certificados e os certificados energéticos passarem a ser reconhecidos como certificações técnicas, o que proporciona a clarificação da sua aplicação em matéria de consultorias e vistorias. Tornam-se assim certificações técnicas de carácter obrigatório na instrução de operações urbanísticas (Decreto-Lei nº 118/2013). É da competência da ADENE (Agência para a Energia) a gestão do Sistema de Certificação Energética, contudo a fiscalização destas certificações será sempre da responsabilidade da DGEG “Direção-Geral de Energia e Geologia”. Desta forma a ADENE, como entidade gestora vê-se obrigada a cumprir com o predisposto na Portaria nº349-A/2013, de 29 de novembro que determina no Anexo I as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética nos Edifícios (Portaria nº349-A/2013, de 29 novembro). No que toca a qualidade do ar interior nas edificações é notória a clara e evidente preferência por uma ventilação natural em claro detrimento da atual e muito utilizada ventilação mecânica. Esta modificação surge como uma clara estratégia de otimização de recursos e/ou redução de custos, sendo que o objetivo da manutenção de valores mínimos de caudal de ar novo é sempre tido em foco (Decreto-Lei nº 118/2013). É de salientar que com esta nova regulamentação, a certificação de edifícios de serviços passa a estar diretamente dependente da natureza do seu sistema de climatização, sendo que valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior devem estar de acordo com o preconizado na Portaria nº 353-A/2013, de 4 de dezembro.

A aplicação da legislação vigente conduzirá, portanto, a uma substancial melhoria do comportamento energético do parque a edificar ou a reabilitar.

Através do desenvolvimento da construção de edifícios altamente eficientes, e da reabilitação dos existentes, espera-se conseguir equilibrar as responsabilidades ambientais, a eficiência de recursos, o conforto e bem-estar dos ocupantes destes edifícios, bem como apoiar um objetivo de crescimento sustentado onde as necessidades presentes são satisfeitas sem que as futuras fiquem comprometidas (ANSI/ASHRAE/USGBC/IES Standard 189.1-2011, “*Standard for the Design of High-Performance Green Buildings – Except Low-Rise Residential Buildings*”).

Faz-se notar que o IEE, expresso em kWh/m²/ano é um dos *benchmarks* de ambiente, definidos na EN 15221 – 7, conforme explicitado no capítulo I.

4.4 – IoT E O SEU CONTRIBUTO PARA UM EDIFÍCIO ENERGETICAMENTE EFICIENTE

4.4.1 - ENQUADRAMENTO

O conceito de Internet das Coisas (*IoT*) baseia-se no pressuposto de que dispositivos inteligentes conseguem encontrar autonomamente contextos aplicativos, nomeadamente através da internet, por forma a estabelecerem colaborações com outros dispositivos e serviços inteligentes, criando uma rede colaborativa num determinado contexto operacional. A referência às “coisas” indica a possibilidade de que a qualquer objeto (“coisa”) existente no mundo tangível é possível acoplar um dispositivo inteligente que o dota da capacidade de “existir” na internet para estabelecer colaborações com outro(s) objeto(s) (“coisas”) ou serviços informáticos.

A formulação de que “qualquer coisa”, desde que tenha um dispositivo inteligente acoplado, pode, desta forma, “existir” na internet, permite a utilização da expressão *Internet of Everything (IoE)*, como generalização do conceito de *IoT*.

No advento da *IoT*, os diversos objetos (eletrodomésticos, mobiliário, ...) existentes, por exemplo numa habitação inteligente (*smart home*) deverão ser capazes de se descobrirem mutuamente através da rede de dados local (cablada ou *wireless*) e operarem em colaboração, para que aumentem autonomamente o conforto do ambiente doméstico (iluminação, climatização, ventilação, eletrodomésticos, purificadores de ar, ...), garantam níveis de segurança adequados (controlo de acessos, verificação de vulnerabilidades) ou melhorem a eficiência na gestão dos recursos críticos da habitação (eficiência energética, qualidade do ar, consumo de água, ...).

Igualmente, suportado em tecnologia baseada no conceito de *IoT*, um veículo inteligente (*smart car*), deverá ser capaz de interagir com os serviços da cidade para, por exemplo, descobrir, identificar e reservar um lugar de estacionamento e ser capaz de colaborar autonomamente com um telefone inteligente pessoal (*smart phone*) para facilitar o pagamento do parque.

(Jardim-Gonçalves, R; Machado, R., 2016 – Revista da Ordem dos Engenheiros)

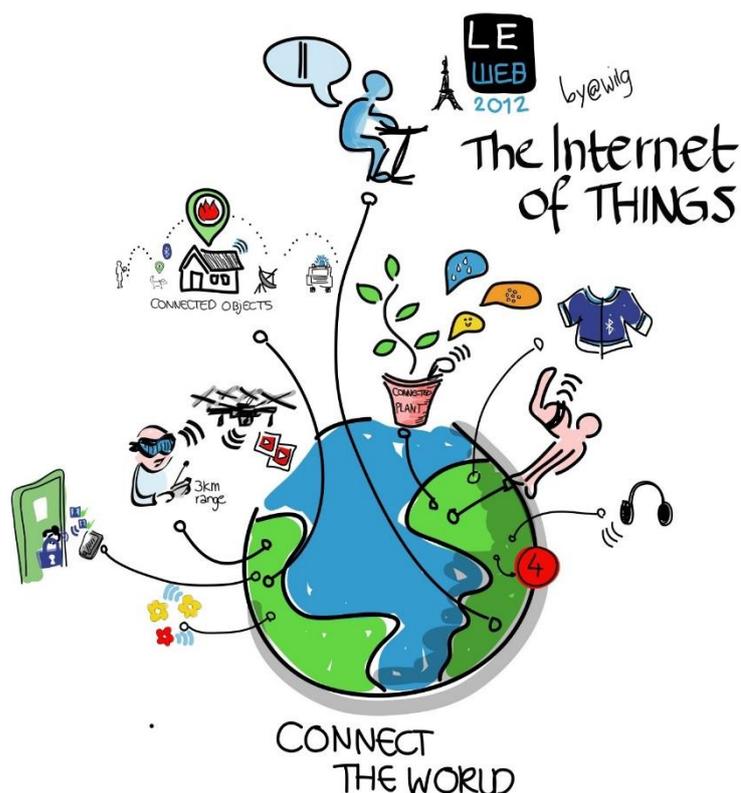


Figura 9 - Imagem de *IoT* (adaptado de Brown, E, 2016 – Who needs the *IoT*?)

4.4.2 - A INFRAESTRUTURA DA *IoT*

A infraestrutura tecnológica de suporte à *IoT* envolve a geração (atuação), recolha (sensorização) e transmissão de dados digitais, através de diversos tipos de redes de comunicações, incluindo, nomeadamente a internet.

Desta forma, plataformas, dispositivos, aplicações e serviços devem ser planeados, concebidos e implementados tendo por base referenciais e normas de interoperabilidade que garantam uma *IoT* globalmente integrada.

A interação entre plataformas, dispositivos, aplicações e serviços deve valorizar economicamente a atividade das organizações, tal como a recentemente designada de “4ª revolução industrial”, em que a *IoT* desempenha um papel fundamental como conceito agregador da capacidade de integrar soluções tecnológicas, economicamente sustentáveis e inovadoras.

Ao longo da última década o mercado das telecomunicações teve um foco crescente no fornecimento de banda larga móvel com cada vez maior capacidade. Esta evolução

tecnológica e de mercado tem sido muito bem-sucedida, estando na base da revolução dos *smartphones*. Com a explosão da *IoT*, o mercado das telecomunicações terá de suportar a ligação de milhares de milhões de dispositivos envolvidos numa enorme variedade de casos de aplicação e serviços associados, com grande diversidade de soluções de conectividade.

Atualmente existe um número elevado de dispositivos ligados permanentemente à internet a comunicarem, cada vez mais, de forma autónoma. Estes dispositivos já operam com sensores e meios sofisticados de comunicação, tendo capacidade de controlar e de dar resposta a diversos requisitos.

E estão a contribuir para benefícios consideráveis em sectores da sociedade, tais como agricultura (*climate-smart agriculture*), fábricas (*smart factories*), edifícios (*smart buildings*), saúde (*smart health*), transportes (*smart transportation*) e cidades (*smart cities*).

(Jardim-Gonçalves, R; Machado, R., 2016 – Revista da Ordem dos Engenheiros)

4.4.3 – DADOS E SEGURANÇA

Na rede global que suporta a interação entre “humanos e coisas” (*human to machine – H2M*), “coisas e humanos” (*machine to human – M2H*) e “coisas e coisas” (*machine to machine – M2M*), o volume e a diversidade dos dados são avassaladores, o que coloca a questão da segurança da informação.

Os dados pessoais são pertença de um indivíduo, independentemente de quem lhes possa ter acesso ou conheça a sua existência em contextos de preservação ou processamentos digitais. Outros dados estão sujeitos a direitos de propriedade intelectual ou direitos semelhantes (direitos de autor, patentes, ...).

O nível e volume de interações potenciadas pela *IoT* é tal, que a agregação e composição de dados trocados exige a adoção de regras claras para gestão da segurança da informação, em consonância com princípios essenciais, tais como:

- A limitação da finalidade, estabelecendo previamente a finalidade dos dados e garantindo que só são utilizados para esse fim;
- A minimização dos dados, recolhendo apenas os dados estritamente indispensáveis;

- A precisão, modificando somente os dados que necessitam de atualização;
- A limitação da preservação, eliminando em segurança os dados que terminaram o seu ciclo de vida;
- A integridade e confidencialidade, protegendo os dados contra acessos, alterações ou eliminação indevidos.

Estes princípios exigem o recurso a técnicas diversas, já usadas em engenharia da segurança em sistemas de informação, que na *IoT* são relevantes, tais como: segmentação, segregação, agregação, pseudónimos, anonimização. Estima-se que os fornecedores de tecnologia para a *IoT* sejam capazes de implementar nativamente mecanismos de anonimização.

Atualmente, sugere-se que dados que não tinham sido diretamente gerados (por atuação ou sensorização) por um determinado dispositivo, mas sim obtidos (derivados) no decurso de operações de processamento e integração (incluindo dados privados), sejam considerados propriedade do gestor (preservador) dos mesmos. Não estando ainda discutido o tema de dados derivados na *IoT* (*IoT derived data*), tanto legal como comercialmente, é de considerar prudência no tratamento e exploração destes dados. Note-se que o contexto da *IoT* beneficia os fornecedores capazes de valorizar economicamente os dados derivados.

(Jardim-Gonçalves, R; Machado, R., 2016 – Revista da Ordem dos Engenheiros)

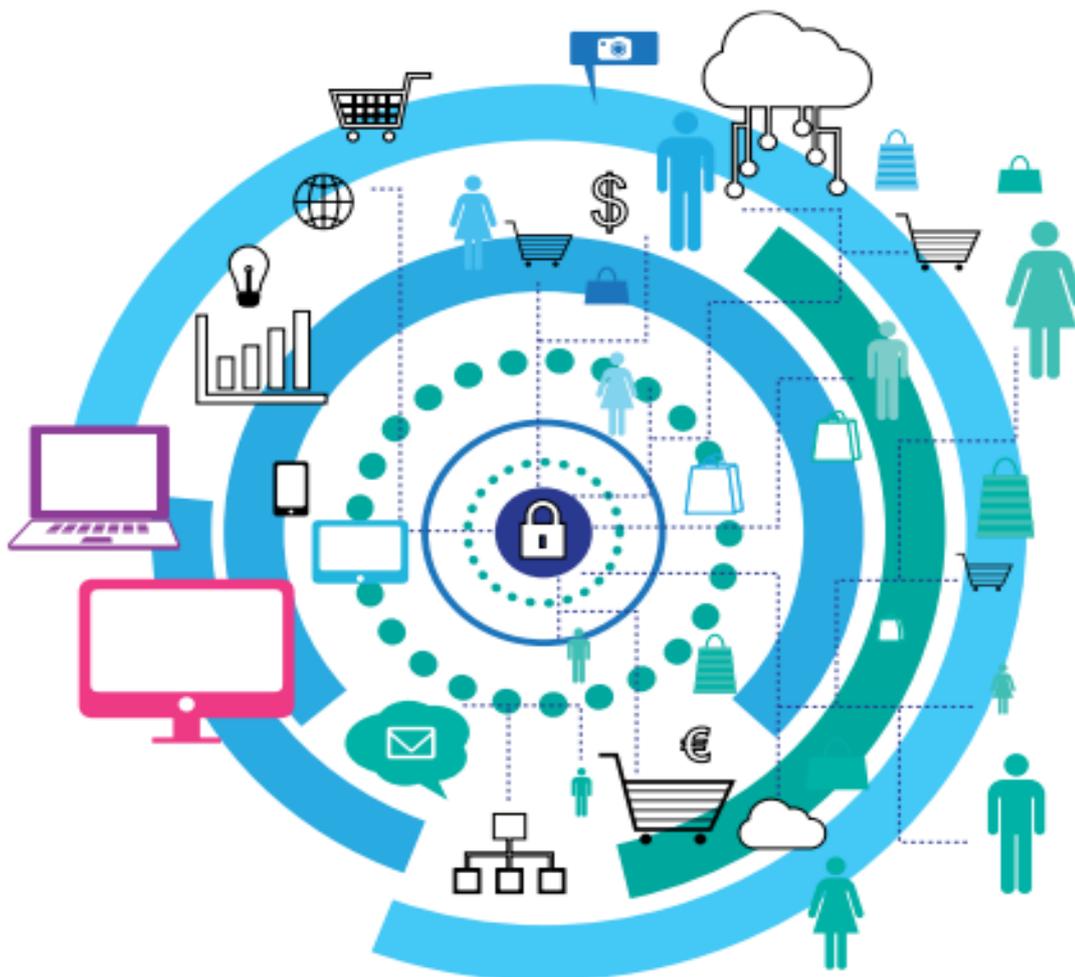


Figura 10 - A internet das coisas (adaptado de Brown, E, 2016, “Who needs the IoT? “)

Pode, portanto, concluir-se que existe um vasto potencial na *IoT* e nos seus serviços, que os utilizadores têm de estar confiantes nas plataformas, dispositivos, aplicações e serviços que lhes estão associados e que está por definir de forma consensual e legalmente assumida a segurança da informação na *IoT*.

4.4.4 – QUANTO VALE A *IoT*?

A 3ª Plataforma de Inovação de Tecnologias de Informação (TI), suportada pelas tecnologias móveis, aplicações sociais, soluções de *big data* e analítica de negócio e pelos serviços de *cloud computing*, tem sido o motor do crescimento e da inovação da indústria de Tecnologias de Informação (TI) nos últimos anos. Neste contexto, surgiram milhares de empresas na 3ª Plataforma, com modelos de negócios inovadores e que conseguiram

liderar sectores tradicionais, como os transportes, turismo, retalho e que estão a pôr em causa outros sectores como a banca, seguros e serviços, enfim, todos os sectores económicos.

Com o rápido desenvolvimento da 3ª Plataforma de TI, desenvolveu-se uma nova vaga de tecnologias.

Estas novas tecnologias – *Internet of Things (IoT)*, tecnologias virtuais, realidade aumentada, impressão 3D, robótica, ... - podem designar-se como Aceleradores de Inovação, que vão permitir ampliar as capacidades de TI e criar oportunidades de transformação digital nas organizações em todos os sectores.

De todas as tecnologias referidas, a *IoT* é a que se encontra num estado de maturidade mais avançado, e que pode ter um impacte mais transversal nas organizações. Espera-se que, a curto prazo, esta tecnologia venha a ser de utilização corrente nas organizações, a nível global. A *IoT* pode ser entendida, tal como já se referiu, como uma rede de redes de pontos de acesso (ou coisas) identificáveis, que comunicam (com ou sem fios) sem interação humana, através de conectividade de protocolos de internet (IP) – seja localmente ou globalmente.

A *IoT* surge como um dos principais aceleradores de inovação da 3ª Plataforma Tecnológica, sendo uma das áreas com maior potencial de transformação da sociedade e da economia. Em termos empresariais, a *IoT* permite transformar os processos de negócio, a forma como trabalhamos e como interagimos, e permite ainda transformar e criar novos produtos e serviços.

(adaptado de: Coimbra, G, 2016 – Revista da Ordem dos Engenheiros)

4.4.5 – *IoT, FM e NZEB*

As soluções *IoT* incluem os seguintes componentes tecnológicos: equipamentos geridos por sistemas inteligentes; conectividade; plataformas (equipamento, rede, suporte e aplicações); analítica/*social business*; aplicações e casos de utilização sectoriais; segurança e serviços profissionais desenhados para assegurar fiabilidade, níveis de serviço (*SLA*) e qualidade de serviço (*QoS*).

Dos componentes tecnológicos supra-referidos, interessa particularmente ao *FM*: a gestão dos equipamentos por sistemas inteligentes, as plataformas de suporte e aplicações dedicadas. Note-se que no capítulo II, já se focou este tema, quando se referiram o *BMS*, nos quais o *ERP* se inclui.

(adaptado de: Hormigo, 2016).

A este respeito, refere-se que os *ERP* são tradicionalmente vistos como “a solução” para a gestão global de edifícios, embora muito dispendiosos, com implementações muito longas, com fortes condicionalismos no que se diz respeito à integração da manutenção.

Uma alternativa possível aos *ERP* é encomendar o desenvolvimento de plataformas de gestão de edifícios, integradoras, que, contudo, apresentam as seguintes debilidades: são dispendiosas, apresentam implementações longas, são muito consumidoras de tempo para a equipa do cliente, exigem consultoria externa dispendiosa e por vezes pouco especializada no *FM*, o custo de posse do *software* é muito elevado e a evolução funcional e tecnológica é incerta.

Outra alternativa potencial é a implementação de um sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC), que não será a solução adequada para a gestão global do edifício, por ser redutora, isto é, “apenas” atua sobre equipamentos e sistemas técnicos, não permitindo outras funcionalidades. O *software* de suporte da GTC é “fechado”, propriedade da empresa que o desenvolveu, dispendioso e exclusivo de edifícios recentes e de grande valor. A GTC é geralmente introduzida na fase de projeto do edifício.

Os *EMS* (*Energy Management Systems*) são sistemas igualmente redutores, pois o objetivo da sua instalação é medir e otimizar consumos de energia. São sistemas “fechados” propriedade da empresa que os desenvolveu, dispendiosos e exclusivos de edifícios recentes e de grande valor. Não são geralmente integráveis com outras plataformas de gestão de edifícios.

(adaptado de: Hormigo, 2016; Calixto, 2016 -Workshop – A tecnologia aplicada ao *FM*)

Do que se mencionou, conclui-se que nenhum dos sistemas usualmente instalados responde cabalmente às exigências da gestão global de um edifício. Como visão tecnologicamente evoluída e de futuro, interessará considerar sistemas de gestão de edifícios que recolham dados, os transmitam, os tratem e desencadeiem ações, tudo em tempo real, baseados em plataformas web, de tecnologia aberta, alojados em “cloud” para redução de custos, e escaláveis.

O papel da *IoT* para o desenvolvimento destes sistemas afigura-se determinante, pois agregando os conceitos de: *M2M (machine to machine)*, isto é, um equipamento captura um evento e transmite-o através de uma rede, para uma aplicação que o traduz em informação com sentido; e de *IoE (Internet of Everything)*, isto é, agrega pessoas, processos, dados e coisas, para tornar as ligações de rede mais relevantes através da transformação da informação em ações, permitirá que o *FM* seja suportado em tecnologia evoluída, não muito dispendiosa e capaz de dar resposta à gestão global otimizada dos edifícios.

A otimização dos consumos de energia nos edifícios é um subconjunto da gestão global. Essa otimização implicará a instalação de sensores ligados à internet. Esses sensores, com base na *IoT* estarão integrados em todos os dispositivos que consomem ou geram energia, comunicando em tempo real com o dispositivo de comando, sem intervenção humana, que por sua vez estará conectado à rede de abastecimento. O desenvolvimento tecnológico referido, implicará a adaptação das redes de transporte e de distribuição de energia, obrigando-as a serem inteligentes – designados por “*smart grids*”.

(adaptado de: Hormigo, 2016; Ersue et al, 2014 – *Management of Networks with Constrained Devices, IETF*).

Para ilustração da realidade atual, apresenta-se a imagem de uma instalação fabril, gerida por robots:



Figura 11 - Instalação fabril gerida por robots (adaptado de Think Act – Industry 4.0 – Roland Berger Strategy Consultants, 2016)

4.5 – REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS E ALGORITMOS GENÉTICOS

No subcapítulo 4.4 do presente trabalho, apresentou-se um dos contributos para o “*state of the art*” no que se refere às mais recentes tendências na gestão avançada de edifícios, isto é, a contribuição da internet das coisas (*IoT*) na gestão dos edifícios, podendo assumir um papel fundamental no controlo dos equipamentos e sistemas técnicos, em tempo real.

No presente subcapítulo, apresentam-se as redes neuronais artificiais (*Artificial Neural Networks - ANN*) e os algoritmos genéticos (*Genetic Algorithms – GA*). As redes neuronais artificiais e os algoritmos genéticos representam a mais recente e avançada “tendência” na gestão de edifícios.

4.5.1 – REDES NEURONAIS ARTIFICIAIS

As redes neuronais artificiais são modelos computacionais, usados em diversas áreas do conhecimento, que imitam a arquitetura dos neurónios e a forma como o cérebro humano processa a informação. São compostas por unidades interligadas (neurónios). Estes

sistemas resultam de treino a partir de exemplos, sendo o processo de aprendizagem a base para o ajustamento e a evolução das ligações sinápticas envolvidas na realização de cada tarefa. São utilizadas para tarefas de difícil resolução por meio de programação corrente, por exemplo, para classificação de dados, padrões visuais ou reconhecimento de voz.

(adaptado de: Abreu, J, 2017 – Tese de mestrado, IST (acesso restrito – elementos fornecidos pelo orientador)

4.5.2 – ALGORITMOS GENÉTICOS

Os algoritmos genéticos (*Genetic Algorithms - GA*) são processos heurísticos inspirados na ideia da seleção natural e da “sobrevivência dos mais aptos” ao longo de gerações sucessivas, baseados na teoria de Darwin. Os *GA* são utilizados para gerar soluções otimizadas, explorando a informação do histórico, de modo a conduzir a busca na região de melhor desempenho.

A combinação de ambos os processos de inteligência artificial (*ANN* e *GA*) permite a procura dos parâmetros das redes neuronais que melhor capturam a relação entre as variáveis.

(adaptado de: Abreu, J, 2017 – Tese de mestrado, IST (acesso restrito – elementos fornecidos pelo orientador)

4.5.3 - PREVISÃO DE CONSUMOS DE ENERGIA

Estas ferramentas podem ser utilizadas para a previsão de consumos de energia nos edifícios, ao longo do seu ciclo de vida. Este aspeto é particularmente relevante na gestão dos ativos imobiliários, quer para as entidades promotoras imobiliárias, quer para os *Facility managers* dos edifícios.

(adaptado de: Abreu, J, 2017 – Tese de mestrado, IST (acesso restrito – elementos fornecidos pelo orientador)

Note-se que o consumo de energia é um dos elementos que representam maiores custos financeiros em edifícios e fortes impactes ambientais. Assim, a sua previsão é, em muitos

aspectos, crucial, por exemplo, para adaptar a produção de energia à procura, para tentar descobrir novas formas de geração de energia, e novos materiais, e para planear futuros projetos.

As redes neuronais artificiais conseguem combinar variáveis independentes que caracterizam o consumo e gerar previsões, baseadas em dados do histórico e de processos de treino.

Com base na informação acerca de consumos de energia e das variáveis que causam a sua variação, as *ANN* podem ser treinadas para encontrar padrões. Em seguida, como novas variáveis independentes referentes a características futuras dos edifícios ou da população, essas variáveis são consideradas como *inputs* da rede, para previsão de *outputs* referentes a consumos.

É expectável que, num futuro próximo, a gestão corrente dos edifícios seja realizada com base em modelos de inteligência artificial, dispensando a intervenção humana.

Burger, J. (2004). *A Basic Introduction To Neural Networks*. Retrieved May 17, 2017, from <http://pages.cs.wisc.edu/~bolo/shipyard/neural/local.html>

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES

O *FM* surgiu em Portugal com o intuito de regular uma gestão eficiente e otimizada dos edifícios de acordo com as preocupações Europeias de sustentabilidade ambiental e eficiência energética dos edifícios, tornando-os cada vez mais inteligentes, controláveis e eficientes no seu funcionamento.

Inicialmente foram estudados os seus principais objetivos e linhas de orientação recorrendo à NP 15221, mas dando um especial ênfase à parte 7 da mesma norma onde é abordada a análise comparativa de desempenho, o *benchmarking*.

Pretendeu-se também, definir o conceito de *benchmarking*, através da definição dos seus objetivos e âmbitos típicos. Analisou-se todo o processo de *benchmarking* que passa pela fase de preparação, comparação e melhoria, e de que forma seria possível comparar e avaliar o grau de eficiência prestado pela organização através de rácios predeterminados.

Posteriormente, foi abordada de que forma seria possível integrar o *FM* na gestão estratégica dos edifícios concluindo-se que as organizações recorrem a ferramentas de *Service Level Agreement (SLA)* e *Key Performance Indicators (KPI)* de modo a definir parâmetros e avaliar o progresso de um serviço e assim estabelecer a gestão e manutenção dos edifícios.

Na instalação de um sistema de gestão de edifícios é importante ter em conta a necessidade de instalação de um sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC) de forma a que os sinais selecionados a serem emitidos pelos equipamentos sejam transmitidos e traduzam o seu desempenho sendo posteriormente monitorizados e objeto de análise de desempenho de manutenção.

Esta automação, auxilia na gestão das instalações ao permitir um maior controlo do estado em que os equipamentos se encontram e um acesso facilitado à informação por parte do técnico responsável pela manutenção, levando a que haja uma conseqüente evolução dos edifícios e que estes se aproximem cada vez mais de edifícios com consumos reduzidos, ou seja, eficientes do ponto de vista energético como os *NZEB*.

No último capítulo desta dissertação são abordados os contributos para o “*state of art*” referindo-se às últimas tendências na gestão avançada de edifícios, ou seja, a contribuição da *IoT* na gestão avançada de edifícios ao nível do controlo de equipamentos e sistemas

técnicos como a instalação de redes neuronais artificiais e de algoritmos genéticos. É abordado de uma forma bastante superficial de que forma estes processos contribuem para uma previsão de consumos de energia nos edifícios, ao longo do seu ciclo de vida e a sua importância na gestão de ativos imobiliários.

BIBLIOGRAFIA

- CEN - Comité Européen de Normalisation. (2006a). “*Facility Management – Partt 1: Terms and definitions*”. EN 15221-1. Bruxelas.
- CEN - Comité Européen de Normalisation. (2006b).”*Facility Management – Part 2: Guidance on how to prepare Facility Management agreements*”. EN 15221-2. Bruxelas.
- CEN - Comité Européen de Normalisation. (2011). “*Facility Management – Part 3: Quality in Facility Management*”. EN 15221-3, 1–44. Bruxelas.
- Diretiva 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 Maio de 2010 relativa ao desempenho energético dos edifícios.
- Diretiva 2012/27/EU do Parlamento Europeu do Conselho de 25 de Outubro de 2012 relativa à eficiência energética, que altera as Diretivas 2009/125/CE e 2010/30/EU e revoga as Diretivas 2004/8/CE e 2006/32/CE.
- Despacho 15793-J/2013 de 2 de Dezembro de 2013: Procede à publicação das regras de determinação da classe energética.
- Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto: Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços.
- Portaria nº66/2014, de 12 de Março: Define o sistema de avaliação dos técnicos do Sistema de Certificação dos Edifícios (SCE), quer sejam peritos qualificados (PQ), quer sejam técnicos de instalação e manutenção de edifício e sistemas (TIM).
- Portaria nº349-A/2013, de 29 Novembro: Determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).
- Portaria nº349-B/2013, de 29 Novembro: Define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção.

Portaria nº349-D/2013, de 29 Novembro, Anexo I: Estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes.

GONÇALVES, H. – Em direção aos Edifícios de Balanço Energético Zero. Jornadas da climatização, Ordem dos Engenheiros, 2011

GUIDANCE, R. P. - *Strategic Facilities Management Acknowledgments*. 2013.

HEISELBERG, A., MARSZAL, A. – *Zero Energy Building – A review of definitions and*

ASHRAE Journal's, “*Guide to Standard 189.1 - Balancing Environmental Responsibility, Resource Efficiency & Occupant Comfort*”. Universidade Aalborg, Dinamarca, 2009. Disponível online: http://www.enob.info/fileadmin/media/Projektbilder/EnOB/Thema_Nullenergie/Energy_and_Buildings_Zero_Energy_Building_A_review_of_definitions_and_calculation_methodologies.pdf

Eurostat, Produção e Importação de Energia. Disponível online: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_production_and_imports/pt.

International Energy Agency, “*Redrawing the Energy-Climate Map*”, 2014

KILKIS, S. – *A new metric for net-zero carbon buildings*. *Energy Sustainability*, Long Beach, Califórnia, 2007.

LAUSTSEN, J. – *Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings*.

MERTZ, G.A., et al – *Cost optimization of net-zero energy house*. *Energy Sustainability*, Long Beach, Califórnia, 2007

PETES, T; WATERMAN, R. – *In search of excellence: REHVA-Federation of European Heating, Ventilation and Air-conditioning Associations, “NZEB definitions in Europe”*, 2006. Disponível online: <http://www.rehva.eu/publications-and-resources/hvac-journal/2014/022014/NZEB-definitions-in-europe/?L=0%2527>.

SÁ, João Pedro V. P. - *Facility Management - A componente da Manutenção de Edifícios*. Porto, 2016. Tese de mestrado.

STEENHUIZEN, D., FLORES-COLEN, I.; REITSMA, A. G.; LÓ, P. B. - *The Road to Facility Management. Facilities*. 2013

TEICHMANN, S., 2015 - *European Facility Management Conference – Glasgow*

TORCELLINNI, P., PLESS, S. – *Net-Zero Energy Buildings: A classification system based on renewable energy supply options. National Renewable Energy Laboratory (NREL)*, Junho, 2010.

TAVARES, A. - *Gestão de Edifícios, Informação Comportamental*. Lisboa, 2009. Tese de mestrado.

SILVA, Bruno Miguel Pinho – *A importância do Facility Management – O caso da EDP valor*. Lisboa, 2015. Tese de mestrado.

HORMIGO, J. - *Apontamentos Aulas*. 2016.

Sites consultados:

APFM - Associação Portuguesa de *Facility Management*. (n.d.)

APREN - Associação de Energias Renováveis. (n.d.)

Eurostat – Directorate General for Energy, 2014

IEA - International Energy Agency, 2015

ANEXOS

ANEXO I