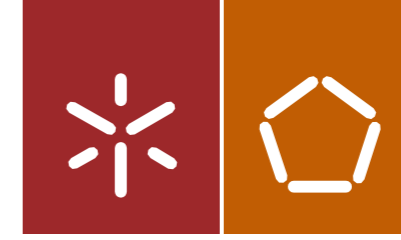




Metodologia de Apoio à Gestão da Manutenção de
Edifícios Através do Método MAIER

Marta Mayer Feitosa de Oliveira

UMinho | 2020

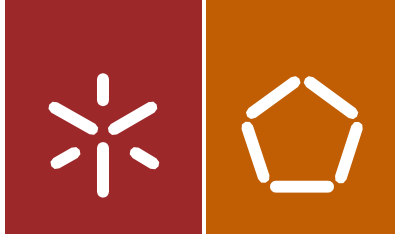


Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Mayer Feitosa de Oliveira

Metodologia de Apoio à Gestão da Manutenção de
Edifícios Através do Método MAIER

maio de 2020



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Mayer Feitosa de Oliveira

Metodologia de Apoio à Gestão da Manutenção de Edifícios Através do Método MAIER

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Dinis Miguel Campos Leitão
e coorientação do
Professor Doutor Jorge Manuel Branco

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição

CC BY

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

AGRADECIMENTOS

Externo a minha sincera gratidão:

Aos professores Doutor Dinis Miguel Campos Leitão e Doutor Jorge Manuel Gonçalves Branco, orientador e coorientador, respetivamente, pela disponibilidade e atenção nesta dissertação.

A Câmara Municipal de Esposende, nas pessoas da vice-presidente Alexandra Suzana Abreu de Faria Carvalho Roeger e dos Engenheiros João Leite e Marta Barros pelo acolhimento no decorrer do desenvolvimento desta investigação.

A todos que contribuíram, de uma forma ou de outra, para a concretização deste ciclo de Mestrado.

Por fim e não menos importante, à minha família, pelo incentivo e apoio durante toda a minha formação académica.

RESUMO

As edificações são estruturas complexas e, como tal, necessitam ser mantidas para que se atinja em perfeitas condições de funcionamento a sua vida útil e para que a mesma possa, inclusive, ser superada. Por vezes, o desadequado estado de conservação das construções pode estar associado à falta de manutenção, evidenciado através do nível de degradação dos sistemas construtivos. Neste contexto, a Engenharia da Manutenção tem um papel vital na preservação dos edifícios, quer por representar um desafio para as organizações, quer por proporcionar uma mudança de paradigma quanto à perceção de ações preventivas, controlo, gestão e na definição de estratégias de longo prazo, para assim, evitar intervenções tardias na resolução dos problemas, mitigando os custos que são onerosos numa das fases mais longas do ciclo de vida das edificações: a de operação e manutenção (O&M).

A presente dissertação de Mestrado insere-se no âmbito da Gestão da Manutenção com foco específico no desenvolvimento de uma nova metodologia para gestão de edifícios. A investigação complementa-se com o estudo do *Facility Management*, por ser uma disciplina, e atividade profissional, que corresponde à gestão da manutenção, para além de explorar conceitos adicionais, sobretudo no que concerne à otimização contínua, melhoria da eficácia das atividades primárias, *outsourcing*, sustentabilidade, adição de valor às organizações e por preocupar-se com as pessoas nos ambientes de trabalho, integrando-as nos processos e espaços.

A metodologia desenvolvida propõe um novo Método, nominado MAIER, somado ao Plano de Manutenção e Utilização, que funciona como ferramenta digital integradora por compilar as intervenções (ações), especifica os tipos de operação de manutenção, as anomalias, a periodicidade e a caracterização dos elementos fontes de manutenção (EFM) a serem mantidos, entre outras funcionalidades. A metodologia é abordada numa perspetiva holística, materializada através destas 2 ferramentas em Microsoft® Office Excel (Método MAIER e Plano) que favorecem o controlo da informação em plataformas simples, objetivas e de fácil utilização.

A aplicabilidade da metodologia é demonstrada para o sistema de cobertura do Centro Educativo de Esposende (CEE) do Município de Esposende, um dos sistemas que, geralmente, apresentam um elevado número de anomalias. A estrutura desta metodologia pode igualmente ser aplicável a outros sistemas construtivos e ativos públicos, desde que seja ajustada a base de dados. Esta investigação, fruto de uma parceria entre a comunidade científica e a autarquia, procurou responder a um desafio específico de procura de uma solução que permita uma maior previsibilidade dos custos associados à manutenção dos edifícios públicos ao longo da sua vida útil, num caminho assertivo, inclusive, com tendências às práticas sustentáveis, pois, mais manutenção, implica menos consumo de recursos.

Palavras-Chave: *facility management*, gestão da manutenção, método MAIER, metodologia da manutenção, plano de manutenção.

ABSTRACT

Buildings are complex structures and, as such, need to be maintained in order to achieve their perfect working conditions. In most of the cases, the inadequate state of conservation of buildings can be associated with lack of maintenance, evidenced by the level of degradation of construction systems. In this context, Maintenance Engineering has a vital role in the preservation of buildings, either by representing a challenge to organizations or providing a paradigm shift in the perception of preventive actions, control, management and in the definition of long-term strategies, in order to avoid late interventions in problem solving, mitigating costs that are expensive in one of the longest phases of the buildings' life cycle: operation and maintenance (O&M).

In this scenario, the present thesis is part of the Maintenance Management scope with a specific focus on the development of a new methodology for building management. The research is complemented with the study of Facility Management. Being a discipline, and a professional activity, corresponding to maintenance management, besides exploring additional concepts, especially regarding continuous optimization, improvement of the effectiveness of primary activities, outsourcing, sustainability, adding value to organizations and for being concerned with people in workplaces, integrating them in processes and spaces.

The methodology developed proposes a new Method, named MAIER, added to the Maintenance and Operation Plan, which works as an integrating digital tool for compiling the interventions (actions), specifies the types of maintenance operation, anomalies, the periodicity and characterization of the maintenance source elements to be maintained, among other functionalities. The methodology is approached from a holistic perspective, materialized through two tools in Microsoft® Office Excel that favour the control of information in simple, objective and user-friendly platforms.

The applicability of the methodology is demonstrated for the roofing system of the Educative Centre of Esposende (CEE) in Esposende city, one of the systems that generally present a high number of anomalies. However, the structure of this methodology may also be applicable to other constructive systems and public assets, provided that the database is adjusted. This research results of a partnership between the scientific community and the city council and sought to respond to a specific challenge of finding a solution that would allow greater predictability of the costs associated with the maintenance of public buildings throughout their useful life, on an assertive way, even with trends towards sustainable practices, since more maintenance implies less consumption of resources.

Keywords: facility management, MAIER Method, maintenance management, maintenance methodology, maintenance plan.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	VII
RESUMO	IX
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE.....	XIII
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	XVII
LISTA DE FIGURAS	XXI
LISTA DE TABELAS.....	XXV
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Âmbito e motivação.....	1
1.2 Problemática.....	3
1.2.1 Objetivos.....	5
1.3 Metodologia da pesquisa	6
1.4 Estrutura da dissertação.....	7
CAPÍTULO 2: GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....	9
2.1 Notas introdutórias.....	9
2.2 Limitações e delimitação da Gestão da Manutenção	14
2.3 Histórico da evolução da manutenção	17
2.4 Enquadramento normativo	21
2.5 Taxonomia da manutenção	23
2.5.1 Manutenção reativa.....	24
2.5.2 Manutenção proativa.....	25
2.6 Planeamento e programação da manutenção	28
2.7 Manutenção e sustentabilidade	30
2.8 Sistemas informáticos para Gestão da Manutenção	32
2.9 Síntese do Capítulo	36
CAPÍTULO 3: <i>FACILITY MANAGEMENT</i>.....	37
3.1 FM: surgimento, contextualização histórica e enquadramento	38
3.2 Enquadramento normativo e definição de FM	45
3.3 <i>Outsourcing</i>	49
3.4 FM como ferramenta para agregar valor às organizações.....	54
3.5 Barreiras à implementação do <i>Sustainable Facility Management (SFM)</i> e tendências.....	58

3.6	Sustentabilidade nos ambientes de trabalho	59
3.7	Mercado de FM.....	61
3.8	Integração BIM–FM.....	63
3.9	Síntese do Capítulo	66
CAPÍTULO 4: METODOLOGIA PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO.....		69
4.1	Notas preliminares.....	69
4.2	Caraterização do edifício	70
4.2.1	Caraterização do sistema de cobertura.....	71
4.3	Manuais de serviço	73
4.3.1	Manual de manutenção	73
4.3.2	Manual de utilização	74
4.4	Plano de manutenção	74
4.4.1	Cadastro.....	78
4.4.2	Anomalia	86
4.4.3	Manutenção.....	89
4.4.4	Operações de manutenção ou tipos de operações	90
4.4.5	Utilização.....	93
4.4.6	Custos	94
4.5	Fatores determinantes na Gestão da Manutenção.....	99
4.5.1	Exigências funcionais	100
4.5.2	Processo de degradação	101
4.5.3	Prioridade de intervenção.....	102
4.5.4	Durabilidade e vida útil dos sistemas construtivos e EFM	104
4.5.5	Periodicidade da manutenção	107
4.5.6	Descrição das anomalias	109
4.5.7	Ações de inspeção, preventivas e corretivas para os EFM	111
4.6	Estruturação do Método MAIER	116
4.7	Método MAIER	117
4.7.1	Medir.....	119
4.7.2	Antecipar	121
4.7.3	Inspecionar.....	122
4.7.4	Executar	125
4.7.5	Registar	127
4.8	Síntese do Capítulo	130

CAPÍTULO 5: ANÁLISES E RESULTADOS	133
5.1 Síntese das análises.....	133
5.2 Síntese dos resultados	135
CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS	137
6.1 Contributos para a área de investigação	138
6.2 Limitações da pesquisa.....	139
6.3 Perspetivas futuras e epílogo.....	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
ANEXO 1	155

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

α	inclinação do telhado
ABNT NBR	Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma Brasileira
a.C.	antes de Cristo
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
AIA	<i>American Institute of Architects</i>
AIJ	<i>Architectural Institute of Japan</i>
APP	aplicação, aplicativo
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
Av.	Avenida
AVAC	Sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAFM	<i>Computer Aided Facilities Management</i>
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
CANG	<i>Corporate Associates Network Group</i>
CBM	Manutenção baseada na condição
CD-ROM	<i>Compact Disc Read-Only Memory</i>
CEE	Centro Educativo de Esposende
CEN/TC	<i>European Committee for Standardization/Technical Committee</i>
CFM	<i>Centre of Facilities Management</i>
CFM	<i>Certified Facility Manager</i>
CIB	<i>International Council for Research and Innovation in Building and Construction</i>
CME	Câmara Municipal de Esposende
CMMS	<i>Computerised Maintenance Management Systems</i>
CO ₂	dióxido de carbono
COBie	<i>Construction Operations Building Information Exchange</i>
COVID	<i>Corona Virus Disease</i>
d.C.	depois de Cristo
Dr.	Doutor
DRE	Diário da República Eletrónico
EAM	<i>Enterprise Asset Management</i>
EDS	<i>Electronic Data Systems</i>
EEC	<i>European Economic Community</i>
EFM	elemento fonte de manutenção
EN	Norma Europeia
ENG	<i>Education Network Group</i>
EOTA	<i>European Organisation for Technical Approvals</i>
ETA	<i>European Technical Approval</i>
ETAG	<i>European Technical Approval Guidelines</i>
EUA	Estados Unidos da América
EUR	código ISO da moeda euro
EuroFM	<i>European Facility Management Network</i>
FM	<i>Facility Management</i>
FMEA	análise dos modos de falha e seus efeitos

FMECA	análise dos modos de falha, sua criticidade e seus efeitos
FMI	<i>Facility Management Institute</i>
FMIS	<i>Facility Management Information System</i>
FTA	análise da árvore de falhas
GD	<i>Guidance Document</i>
GDP	<i>gross domestic products</i>
HAZOP	análise de risco e operabilidade
HBS	<i>Harvard Business School</i>
hEN	<i>Harmonized Standards</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IFMA	<i>International Facility Management Association</i>
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISO/CASCO	<i>International Organization for Standardization/ Committee on conformity assessment</i>
ISO/EIC	<i>International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission</i>
ITE	Informação Técnica de Edifícios
IWMS	<i>Integrated Workplace Management Systems</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LCA	<i>life-cycle assessment</i>
LCC	<i>life-cycle cost</i>
LNEC	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
LOD	<i>Level of Development</i>
MAIER	Medir, Antecipar, Inspeccionar, Executar, Registrar
MC	manutenção corretiva
MCRS	Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis
MIME	Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação
MP	manutenção preventiva
MVD	<i>Model View Definition</i>
MYR	código ISO da moeda da Malásia
n°	número
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NFMA	<i>National Facility Management Association</i>
NP	Norma Portuguesa
NRAU	Novo Regime de Arrendamento Urbano
OA	Ordem dos Arquitectos
OASRN	Ordem dos Arquitectos Secção Regional Norte
OE	Ordem dos Engenheiros
OMF	otimização da função de manutenção
O&M	operação e manutenção
PDCA	<i>plan, do, check, act</i>
PHA	análise de risco físico
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PNG	<i>Practice Network Group</i>
QAI	Qualidade do ar interior
RCM	Manutenção centrada na fiabilidade
RepositóriUM	Repositório Institucional da Universidade do Minho
RGE	Regulamento Geral das Edificações

RGEU	Regulamento Geral das Edificações Urbanas
RNG	<i>Research Network Group</i>
SAM	<i>strategic asset management</i>
SBS	<i>Sick Building Syndrome</i>
séc.	século
SFM	<i>Sustainable Facility Management</i>
SPAB	<i>Society for the Protection of Ancient Buildings</i>
SWOT	<i>strengths, weaknesses, opportunities, threats</i>
TI	Tecnologia da informação
UE	União Europeia
UFFI	isolamento de espuma de ureia-formaldeído
UK	Reino Unido
USA	Estados Unidos da América
USD	<i>United States Dollar</i> (código ISO da moeda americana)
UMinho	Universidade do Minho
UNI	<i>Ente Italiano di Normazione</i>
VBA	<i>Visual Basic for Applications</i>
VOCs	<i>Volatile Organic Compounds</i>
vs.	<i>versus</i>
VUP	vida útil projetada
WLC	<i>whole-life cost</i>
W065	<i>Organisation and Management of Construction (Working Commissions of CIB)</i>
W070	<i>Facilities Management and Maintenance (Working Commissions of CIB)</i>
W086	<i>Building Pathology (Working Commissions of CIB)</i>
5W2H	<i>who, what, where, when, why, how e how much</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enquadramento da Engenharia da Manutenção, segundo Arbizzani (1991).....	1
Figura 2. Matriz SWOT para o caso em estudo	5
Figura 3. Fluxograma simplificado das etapas da pesquisa	7
Figura 4. Estrutura da dissertação	8
Figura 5. Recuperação do desempenho por ações de manutenção (CBIC, 2013).....	11
Figura 6. Lei da Evolução dos Custos (Sitter, 1984)	11
Figura 7. Impacto de variáveis ao longo do tempo (PMBOK, 2017).....	12
Figura 8. Curva de Patrick McLeamy: esforço/efeito ao longo do tempo (CBIC, 2016)	13
Figura 9. Principais funções associadas à manutenção de edifícios (Abreu et al., 2015)	15
Figura 10. A Gestão de Edifícios e suas três atividades de domínio, segundo Calejo Rodrigues (2001) 16	
Figura 11. Taxonomia da manutenção, segundo Kothamasu et al. (2009)	23
Figura 12. Trilogia para o FM (Duffy, Bleeker, Alexander e Prodgers, 1984 citados por "EuroFM," 2020)	38
Figura 13. Áreas de competência do <i>Facility Management</i> , segundo a IFMA.....	40
Figura 14. Campos de atuação do FM, segundo Chotipanich (2004)	41
Figura 15. Comparação da pesquisa entre termos <i>facility management</i> e <i>facilities management</i> ("Google Trends," 2020)	45
Figura 16. Fatores influenciadores à pratica do <i>Facility Management</i> , segundo Chotipanich (2004) ...	47
Figura 17. Fatores internos e externos, segundo Chotipanich (2004)	48
Figura 18. Diferença entre gestão da manutenção e gestão das instalações (com adaptações de Alexander, 2003; Birgisdóttir & Rasmussen, 2016; CEN, 2011)	49
Figura 19. Evolução do FM (Alexander, 2009) com adaptações (Islam et al., 2019; Plaut, Dunbar, Wackerman, & Hodgins, 2012)	50
Figura 20. Comparativo entre <i>outsourcing</i> e <i>in-house</i> , com adaptações (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic & Ait-Kadi, 2009; Kurdi et al., 2011)	53
Figura 21. Ciclo PDCA para planeamento da metodologia	69
Figura 22. Vista aérea do Agrupamento de Escolas António Correia de Oliveira em Esposende	70
Figura 23. Fotos do Centro Educativo de Esposende (CEE).....	71
Figura 24. Fotos da platibanda interna e externa do Centro Educativo de Esposende (CEE).....	72
Figura 25. Estruturação do Plano de Manutenção e Utilização proposto.....	77
Figura 26. Excerto do separador "Capa" do Plano de Manutenção e Utilização proposto, página 1	78
Figura 27. Excerto do separador "Capa" do Plano de Manutenção e Utilização proposto, página 2	78
Figura 28. Separador "Cadastro" do Plano de Manutenção e Utilização proposto.....	84

Figura 29. Excerto do separador "Cadastro" com comentários de apoio	84
Figura 30. Seleção de EFM através de lista prévia vinculadas ao sistema construtivo	84
Figura 31. Separador "Anomalia" do Plano de Manutenção e Utilização proposto	88
Figura 32. Excerto do separador "Anomalia" com comentários explicativos	89
Figura 33. Excerto do separador "Manutenção" do Plano de Manutenção e Utilização proposto	90
Figura 34. Operações de manutenção (<i>big-six</i> da manutenção)	92
Figura 35. Excerto do separador "Operações" do Plano de Manutenção e Utilização proposto.....	93
Figura 36. Excerto do separador "Utilização" do Plano de Manutenção e Utilização proposto	94
Figura 37. Diferença entre WLC e LCC, com adaptações de Soares (2013)	95
Figura 38. <i>Iceberg</i> dos custos	96
Figura 39. Separador "Custos" do Plano de Manutenção e Utilização proposto com comentários.....	98
Figura 40. Excerto do "Gerador de Preços Compostos" da <i>CYPE Software</i>	99
Figura 41. Fatores determinantes na fundamentação da metodologia proposta	100
Figura 42. Processo de degradação dos edifícios, com adaptações de CIB W86, 1983 (citado por Barros, 2008)	102
Figura 43. O Método MAIER e seus verbos de ação.....	117
Figura 44. Método MAIER proposto.....	118
Figura 45. Separador "Capa" do Método MAIER e como aceder os demais separadores.....	119
Figura 46. Separador "Capa" do Método MAIER e acesso ao separador "Legenda – Base de Dados"	119
Figura 47. Excerto da ação "Medir", proposta no Método MAIER	120
Figura 48. Opções de busca, seleção de critérios e comentários da ação "Medir"	120
Figura 49. Excerto da ação "Antecipar" com os critérios para pesquisa e comentários.....	121
Figura 50. Excerto da ação "Antecipar" com os gráficos para periodicidade de 10 anos.....	122
Figura 51. Excerto das anomalias e multicritérios de pesquisa da ação "Inspeccionar"	123
Figura 52. Excerto da ação "Inspeccionar" com os critérios para pesquisa	123
Figura 53. Excerto do resultado da pesquisa para a Estrutura_de_suporte	124
Figura 54. Excerto da ação "Inspeccionar" com gráficos para o EFM Camada_de_proteção.....	125
Figura 55. Excerto da ação "Executar" com os critérios para pesquisa.....	126
Figura 56. Excerto da ação "Executar" com os comentários dos critérios para pesquisa	126
Figura 57. Excerto da ação "Executar" com gráfico manutenção programada x executada	127
Figura 58. Registo através da indexação proposta pelo Método MAIER.....	127
Figura 59. Excerto da ação "Registar" com os critérios para pesquisa	129
Figura 60. Excerto da ação "Registar" com detalhe dos comentários de parte dos critérios	129
Figura 61. Excerto do separador "Legenda – Base de Dados" a evidenciar os códigos.....	129

Figura 62. Excerto da ação "Registrar" com resultados da pesquisa para a Estrutura de Suporte	129
Figura 63. "Ações" e correspondentes "Meios" do Método MAIER	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fatores de degradação de edifícios (AIJ, 1993 citado por M. F. da S. Rodrigues, 2008)	20
Tabela 2. Prioridades do trabalho de manutenção (Duffuaa et al.;1999 citados por Al-Turki, 2009)....	29
Tabela 3. Inter-relação entre componentes construtivas sustentáveis nas fases projeto, construção e O&M (Olaniyi, 2017)	31
Tabela 4. <i>Software</i> CAFM para Gestão da Manutenção	35
Tabela 5. Principais Associações sobre <i>Facility Management</i> no mundo	43
Tabela 6. Resultado da pesquisa para <i>facility management</i> e <i>facilities management</i>	44
Tabela 7. Total do mercado FM nos países nórdicos em 2004, segundo Capgemini (Jensen, 2011) ..	61
Tabela 8. Classificação das coberturas planas quanto à acessibilidade, conforme ITE 34 - LNEC	72
Tabela 9. Classificação dos sistemas construtivos, segundo Norma UNI 8290-1 (1981). (Continua)...	79
Tabela 10. Estrutura dos sistemas construtivos e EFM, segundo Calejo Rodrigues (2001)	81
Tabela 11. Estrutura sugerida para sistemas construtivos e EFM. (Continua)	82
Tabela 12. Estruturação dos EFM para sistema de cobertura plana	85
Tabela 13. Classificação do estado e nível de conservação com base no nível de anomalia, segundo Portaria nº 1192-B/2006 (DRE, 2006)	86
Tabela 14. Exigências funcionais para coberturas inclinadas, segundo Rato e Brito (2003)	101
Tabela 15. Critérios de classificação de anomalias em coberturas, segundo Morgado (2012)	103
Tabela 16. Classificação de prioridade de intervenção para EFM de coberturas, com adaptações de Morgado (2012)	104
Tabela 17. Durabilidade das construções vs. durabilidade dos produtos, segundo EOTA GD 002 (1999)	105
Tabela 18. Durabilidade do edifício e seus componentes, segundo ISO 15686-1 (citado por Primo, 2008)	105
Tabela 19. Vida útil dos EFM dos sistemas de cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012)	106
Tabela 20. Periodicidade dos sistemas de cobertura, com adaptações de Flores-Colen et al. (2015) e Morgado (2012). (Continua)	108
Tabela 21. Anomalias para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continua)	110
Tabela 22. Ações de inspeção para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012)	112
Tabela 23. Ações preventivas para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continua)	112
Tabela 24. Ações corretivas para EFM da cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012). (Continua)	113
Tabela 25. Excerto dos cálculos aleatórios da $P_{\text{intervenção}}$ para a Estrutura_de_suporte	124

Ouvi, esqueci. Vi, me lembrei. Fiz, aprendi.

Confúcio, filósofo chinês (551 a.C. – 479 a.C.)

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 Âmbito e motivação

O campo de atuação da Engenharia Civil deve abranger não somente a preocupação com a construção, planeamento de obras e demais atividades em torno deste universo. O pensamento não pode continuar a ser focado exclusivamente nestas fases. Outras atividades contempladas no ciclo de vida dos edifícios e das infraestruturas – como a operação e manutenção (O&M) – merecem igual atenção. Esta atenção é especialmente importante em países que apresentam um conjunto de infraestruturas e um parque edificado construído significativos, com muitos imóveis disponíveis para arrendamento e que também tenham no mercado bastante oferta de empreendimentos novos, onde a prática da manutenção é indispensável.

Acresce ainda o facto de a manutenção ser um requisito decisivo na Gestão dos Edifícios, tendo em conta o seu contributo expressivo nos custos globais ao longo da vida útil dos edifícios, dos seus sistemas e equipamentos, o que faz desta atividade o meio por excelência para estender a vida das construções.

De referir que a trilogia da manutenção se resume: à (i) gestão do sistema de manutenção, à (ii) execução apropriada das operações de manutenção e à (iii) inspeção e monitorização do estado de desempenho do edifício. Para concatenar estas atividades surge a quarta funcionalidade – identificada como Engenharia da Manutenção – e que é vista como o suporte tecnológico às demais, conforme Figura 1 (Arbizzani, 1991 citado por Lopes, 2005). Quando alguma destas áreas não é bem planeada ou não está a ser executada como seria suposto, certamente haverá desequilíbrio entre estes processos de manutenção.



Figura 1. Enquadramento da Engenharia da Manutenção, segundo Arbizzani (1991)

Em geral, a manutenção de edifícios parece ter sido negligenciada durante décadas o que é evidenciado pelo nível de degradação precoce de algumas construções. A manutenção não deve se limitar apenas aos monumentos históricos. E nestes casos, mesmo quando a manutenção existe, ela é uma ação corretiva, quase sempre de caráter urgente para atender as necessidades dos utilizadores. Tem sido uma atividade desenvolvida sem planeamento e provisões orçamentais, que certamente impactam os custos financeiros globais ao longo da vida útil dos edifícios.

Num contexto mundial, o Orçamento Geral do Estado, em vários países, nem sempre provisiona despesas para uma adequada manutenção do parque habitacional do setor público. Em Portugal, Estado e Autarquias figuram como os maiores proprietários de imóveis o que, por si só, já merece a devida atenção quanto à gestão racional e programada dos custos ao longo do ciclo de vida das construções (Flores-Colen & Brito, 2015).

Compreende-se assim que, a área de Gestão da Manutenção tem vindo progressivamente a assumir um papel de destaque na Engenharia Civil. Por outro lado, ainda há muito desconhecimento e falta de maturidade na preparação de Manuais de Serviços, Planos de Gestão da Manutenção, na elaboração de metodologias fiáveis e efetividade prática no controlo e acompanhamento das atividades de manutenção. Para Torres (2009),

"a dificuldade no estabelecimento de metodologias próprias de manutenção advém, por um lado, da existência, num edifício, de uma grande diversidade de materiais e respetivas qualidades, que exigem informação técnica e científica profunda e detalhada. Por outro lado, é inegável que a implementação de planos de manutenção tem uma base empírica forte, sendo que a observação dos resultados da sua aplicação – e consequente validação – pode levar anos ou mesmo décadas."

Alguns fatores cruciais que justificam a importância crescente da manutenção são: o esgotamento dos recursos finitos (matérias-primas) e a preservação do meio ambiente; as exigências crescentes da qualidade de certos ativos e da sua singular manutenção; os custos elevados com manutenção e a preocupação com a segurança das pessoas, dos bens e do património, entre outros.

Num mundo sustentável, a máxima de "fazer cada vez mais, com menos recursos" é um novo conceito que pode estar ligado, inclusive, a um plano de manutenção. Dito isto, os benefícios da manutenção e as suas potencialidades ultrapassam a tangibilidade. Há aspetos comportamentais e de satisfação do utente que, por vezes, não são mensuráveis. As ações de manutenção geram um impacto de relevância sustentável, uma vez que utilizariam menos recursos (esfera económica), gerariam menos desperdícios e, conseqüentemente, reduziriam a obsolescência dos imóveis (esfera ambiental) e favoreceriam a gestão destes ativos (esfera social).

O que se percebe é que os utilizadores, os proprietários e muitos gestores não estão sensibilizados para a complexidade da gestão da manutenção e nem são capazes de mensurar a mais-valia deste controlo. Além do que, estes factos estão diretamente associados à questão económica tão preponderante em qualquer cenário. Assim, a indústria da Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) carece de trabalhos de investigação contínuos para poder sanar dúvidas, mitigar problemas, sugerir caminhos, estabelecer parâmetros fiáveis, desenvolver bases de dados consistentes adaptadas às realidades locais e evidenciar avanços tanto para o meio académico, como, principalmente, para a sociedade.

1.2 Problemática

Esta dissertação de mestrado pretende abordar a problemática da Gestão da Manutenção associada a edifícios públicos existentes. Perante o desafio que se coloca à Câmara Municipal de Esposende (CME) de assumir a responsabilidade da gestão técnica e financeira do património público construído e consequentemente tentar regenerar o referido património através da correta intervenção de ações de manutenção preventiva, a mesma estabeleceu uma ligação com a Universidade do Minho, no sentido de procurar no meio científico académico o apoio necessário que corresponde às preocupações apresentadas no ponto anterior.

Atualmente, a Câmara Municipal de Esposende (CME) não dispõe de qualquer sistema de controlo para manutenção corretiva ou preventiva específicas para o seu património. Igualmente, não existem políticas e/ou ações de manutenção. Vale a pena ressaltar que também não há processos claros, definidos e rotineiros para manutenção destes edifícios enquanto ativo municipal. Na realidade, hoje em dia, não há nenhuma metodologia da manutenção que esteja a ser aplicada.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado um edifício público representativo do restante património edificado do município – o Centro Educativo de Esposende (CEE). Os registos das intervenções de manutenção realizadas no CEE são controlados através de fichas de atividades. Quando as intervenções de manutenção são realizadas, estas são executadas por técnicos da CME e por empresas contratadas de acordo com as especialidades dos serviços que se pretende executar.

Definir estratégias para gestão fundamentadas nos regulamentos vigentes, na literatura e poder aplicar esta metodologia serão relevantes ao Município, visto que solucionaria a lacuna atual nesse quesito, ou seja, a falta de gestão da manutenção no caso das edificações públicas.

O CEE é utilizado por muitos estudantes, professores e funcionários nos dias úteis, e ao longo de todo o ano letivo. Ano após ano, nota-se o “envelhecimento” das instalações desta edificação, sendo evidente

a necessidade de se realizar uma intervenção que permita a manutenção e/ou a melhoria das condições de funcionamento operacional, até porque a fase de utilização teve início em abril de 2009 e, como é óbvio após mais de uma década, apresenta algumas anomalias devidas à ação natural do tempo.

A tentativa de se criar rotinas através de uma metodologia para gestão da manutenção beneficiaria o Município na medida em que os gestores teriam domínio e controlo e – através da antecipação das ações a serem tomadas – poderiam provisionar nos seus programas plurianuais de investimento os montantes estimados com os custos para tais intervenções.

Neste âmbito, é um caso de estudo relevante, quer em termos académicos, quer pela aplicabilidade concreta, para além de ser perfeitamente investigável. No decurso da revisão da literatura pretende-se aprofundar o conhecimento para contribuir com uma solução favorável e direcionada a dar resposta ao desafio colocado.

Através da elaboração da Matriz SWOT¹ para este caso em estudo, demonstrado na Figura 2, listam-se os principais pontos positivos e negativos da CME no que concerne a atual Gestão da Manutenção. Com a realização desta matriz, é mais fácil analisar a problemática envolvida, seja no ambiente interno organizacional, seja no ambiente externo. O ambiente interno relaciona-se com as forças e fraquezas inerentes ao Município e ao seu domínio, enquanto que o ambiente externo se limita as oportunidades e ameaças no âmbito para além das competências públicas municipais. Assim, esta simples análise ajuda a clarificar a problemática, infere os pontos prioritários a melhorar, ajuda na tomada de decisão e contribui para uma orientação mais clara e segura na elaboração desta metodologia. Decisivamente, isto é benéfico e estratégico em qualquer planeamento, podendo inclusive potenciar o desenvolvimento de uma gestão da manutenção fiável para a CME, a representar uma vantagem para esta instituição.

¹ "Técnica de planeamento estratégico utilizada para auxiliar pessoas ou organizações a identificar forças, fraquezas, oportunidades, e ameaças relacionadas com a competição em negócios ou planeamento de projetos" ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

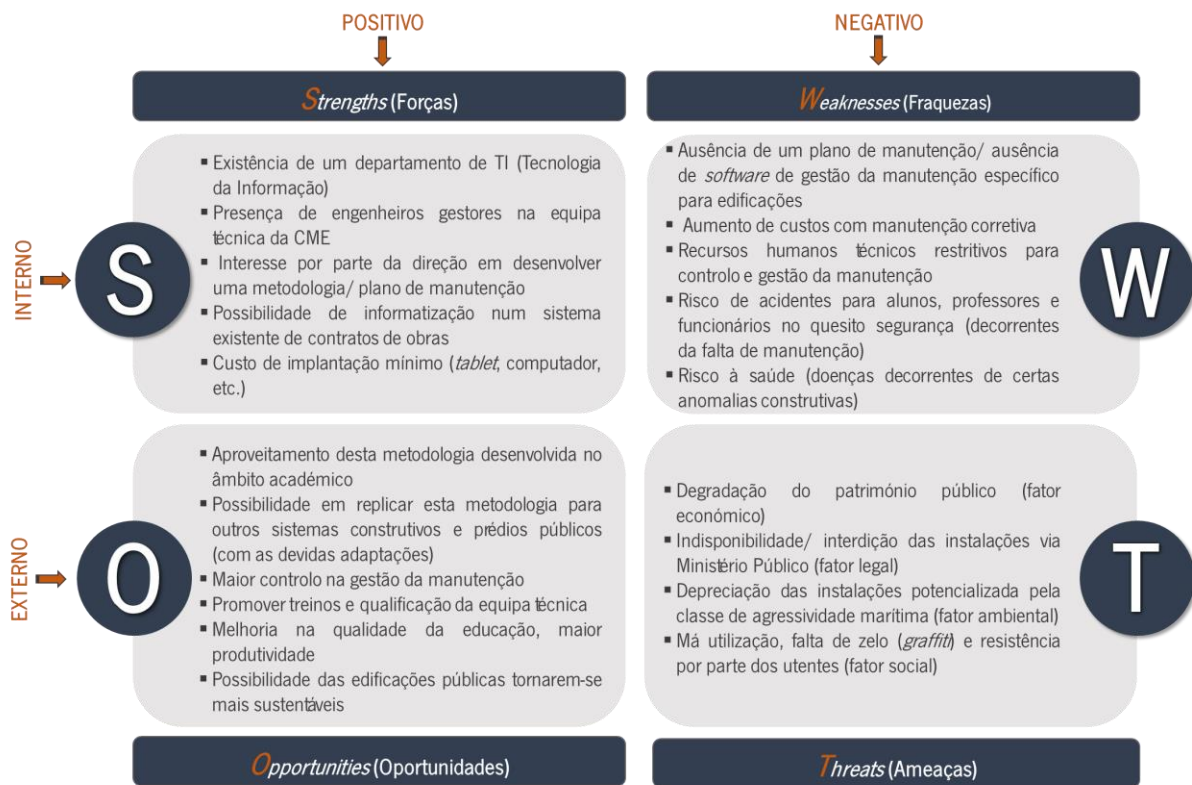


Figura 2. Matriz SWOT para o caso em estudo

1.2.1 Objetivos

O objetivo geral traçado para esta investigação é o de desenvolver, propor e aplicar uma nova Metodologia de apoio à Gestão da Manutenção para edifícios públicos existentes.

A Metodologia de Gestão da Manutenção deverá possibilitar um adequado desempenho técnico e operacional e será materializada através do Método MAIER que aqui se desenvolveu e se apresenta.

Para demonstração da aplicabilidade do método MAIER ficou estabelecido, em conjunto com a CME, que a aplicação prática seria no sistema de cobertura do CEE, de acordo com as necessidades identificadas por estes gestores públicos.

Complementarmente, o estudo integra ainda os seguintes objetivos específicos:

- identificar o sistema de cobertura objeto de estudo;
- avaliar o estado de conservação do sistema de cobertura;
- caracterizar as principais ações de manutenção e os tipos de operação de manutenção;
- criar rotinas para Gestão da Manutenção através da periodicidade;
- inspecionar as principais anomalias através de critérios de classificação;

- elaborar uma ferramenta prática para controlo da Gestão da Manutenção;
- controlar a informação através do Método MAIER sugerido;
- viabilizar a integração da metodologia ao sistema de gestão informático do Município.

1.3 Metodologia da pesquisa

Por se tratar de um caso de estudo, a pesquisa será tanto quantitativa, na medida em que deverão ser levantadas informações do sistema construtivo de cobertura da edificação, como qualitativa, com intenção de enfatizar os processos de manutenção existentes. Por ter uma aplicação prática, este trabalho visa propor soluções para problemas específicos. Deste modo, procurou-se concatenar os princípios teóricos ao caso em estudo de forma direcionada aos anseios da CME.

Dividiu-se a metodologia da pesquisa em quatro grandes núcleos. *A priori*, o trabalho iniciou-se pela pesquisa bibliográfica sobre Gestão da Manutenção e *Facility Management* (FM), para além de temas relacionados com estes, tais como: durabilidade, vida útil, processo de degradação, caracterização das anomalias, entre outros. Com o intuito de explorar melhor o estado da arte procurou-se efetuar a pesquisa por publicações científicas, *handbooks* e jornais especializados em gestão, manutenção e FM – *Elsevier, Emerald Insight, Springer, Taylor & Francis* – preferencialmente, em doutrina estrangeira. Para complementar esta investigação socorreu-se do acervo normativo nacional e internacional. *A posteriori*, o material foi analisado, selecionado, categorizado através de uma triagem e, então, na etapa da inferência coube a junção do conteúdo mais adequado à revisão da literatura que, de facto, integra esta dissertação.

De seguida, foi utilizada uma base de dados secundária, por se assemelhar ao caso concreto, no que concerne à descrição das anomalias, às manifestações patológicas, às ações de manutenção, bem como suas periodicidades e caracterização do sistema de cobertura plana. Neste segundo momento, foram feitas reuniões com os gestores municipais e equipa técnica da Câmara para perceber e discutir os interesses do município quanto a este trabalho investigativo, bem como entender as dificuldades na Gestão da Manutenção.

A terceira parte refere-se a metodologia desenvolvida que tenta integrar teoria e prática. O cerne da metodologia foi desenvolver algo intuitivo, de fácil aplicabilidade e que pudesse ser gerido por qualquer técnico e/ou utente com conhecimento mínimo sobre as atividades de Gestão da Manutenção, de baixo custo adicional. A ferramenta, desenvolvida em Microsoft® Office Excel, nomeada de Método MAIER, é autoexplicativa e somente é permitida a seleção das células, de uma lista prévia, o que mitiga erros ou

perda de informações e reduza a subjetividade no preenchimento, conforme será detalhado no Capítulo 4. Além disto, o principal objetivo desta metodologia é ser gerido através de ficheiros digitais com informações instantâneas, sem nenhuma necessidade de preenchimento em fichas de papel muitas vezes manuscritas.

Por fim, e não menos importante, procedeu-se à redação deste trabalho académico em cumprimento das exigências formais do curso de Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis (MCRS) da Universidade do Minho. A seguir, apresenta-se o fluxograma simplificado que descreve as principais etapas da pesquisa sintetizadas na Figura 3.

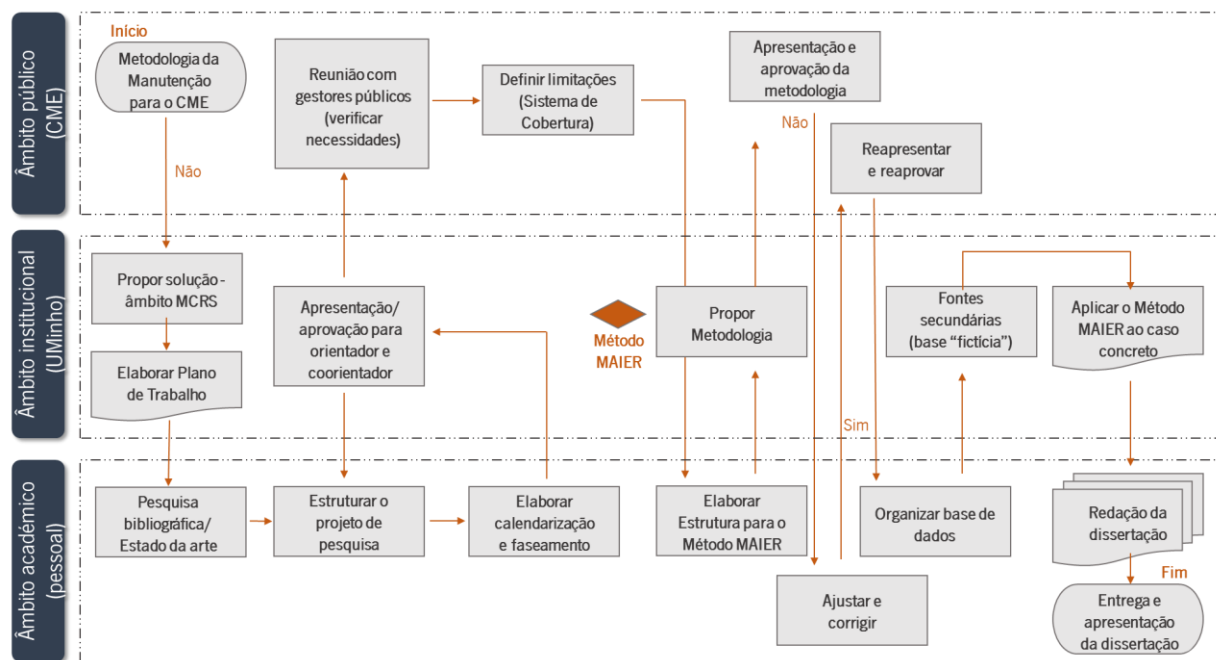


Figura 3. Fluxograma simplificado das etapas da pesquisa

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação estrutura-se em três partes, conforme esquematizado na Figura 4.

A parte A é introdutória e delimita o âmbito da investigação, tece a motivação, a justificativa da escolha do tema, traça os objetivos da pesquisa, como também explana a problemática que a temática envolve e apresenta a metodologia da pesquisa e organização da dissertação. Ela está contemplada neste Capítulo 1 intitulado "Introdução".

A parte B é o desenvolvimento propriamente dito da pesquisa. É, portanto, a parte mais consistente desta investigação, pois considera o referencial teórico e metodologia. À partida, foi feita a revisão da literatura e estado da arte descritos nos Capítulos 2 e 3, que são as duas áreas de atuação deste trabalho

académico: o primeiro dedicado a "Gestão da Manutenção" e o segundo dedicado ao "*Facility Management*" onde estão descritos todos os conceitos-base e os conteúdos essenciais dentro destas disciplinas.

De seguida, no **Capítulo 4**, nomeado "Metodologia para Gestão da Manutenção", a metodologia foi desenvolvida com todas as suas particularidades e delimitações. Neste Capítulo é desenvolvido e apresentado o Método MAIER para Gestão da Manutenção com aplicabilidade da base de dados para o sistema de cobertura. Para concluir esta parte, procedeu-se a análise dos resultados e discussão, onde foram descritos, em síntese, as vantagens e os benefícios da aplicabilidade do Método MAIER que compõem o **Capítulo 5** chamado "Análise e Resultados".



Figura 4. Estrutura da dissertação

A parte C é conclusiva e encerra a pesquisa limitando-se a escrita dos contributos e aprendizagens relativas à área de investigação, das limitações e demais dificuldades encontradas e termina com a sugestão para o desenvolvimento de trabalhos futuros, para além de descrever as perspetivas futuras. O **Capítulo 6**, denominado "Considerações Finais", versa sobre esta última parte e conteúdo.

Os **Capítulos 2, 3 e 4** encerram com uma síntese do conteúdo destes Capítulos face as suas extensões. Por fim, a pesquisa complementa-se com as "Referências Bibliográficas" e um único "Anexo". No **ANEXO 1** encontra-se o projeto arquitetónico do edifício. É também disponibilizado em suporte digital os ficheiros com o Plano de Manutenção e Utilização e o Método MAIER e para que se possa explorar a ferramenta desenvolvida em Microsoft® Office Excel.

CAPÍTULO 2: GESTÃO DA MANUTENÇÃO

"Gerir significa definir metodologias e processos, otimizados para se atingir um determinado objetivo"
(Calejo Rodrigues, 2001)

2.1 Notas introdutórias

Preservar, conservar, reabilitar e/ou manter o património imobiliário público têm sido preocupações prementes de vários governos e do poder local, de entre eles o Município de Esposende, em Portugal. Assim, qualquer intervenção no Centro Educativo de Esposende (CEE) – objeto de estudo deste trabalho de investigação – visará regenerar o tecido urbano municipal de uma forma eficaz e sustentável, contribuindo de modo essencial para a conservação, valorização e aumento da produtividade das instalações.

A Carta de Cracóvia orienta no sentido de que "a manutenção e a reparação constituem uma parte fundamental do processo de conservação do património. Estas ações exigem diversos procedimentos, nomeadamente: investigações prévias, testes, inspeções, controlos, acompanhamento dos trabalhos e do seu comportamento pós-realização". Para além de que os riscos de degradação do património devem ser previstos em relatórios próprios na intenção de admitir medidas preventivas aceitáveis ("Carta de Cracóvia. Princípios para a Conservação e o Restauro do Património Construído," 2000).

O artigo 16 da Carta de Burra (ICOMOS, 2013) afirma que a "manutenção é fundamental para a conservação e deve ser executada sempre que a fábrica² tiver significado cultural e que a sua manutenção seja necessária para a retenção desse significado cultural". Deste modo, o incremento da manutenção tem sido gradual com o intuito de manter e melhorar a disponibilidade das edificações, a qualidade do produto, os requisitos de segurança e os níveis de custo-benefício da implantação (Al-Najjar & Alsyouf, 2003).

Em linhas gerais, a manutenção tem o objetivo de manter a qualidade inicial da construção, abrandando a degradação natural durante o ciclo de vida. Para além do que é referido, por imposições legais, a manutenção integra igualmente algumas ações de requalificação, que nada mais são do que associar o imóvel a um nível de qualidade regulamentar. E ambas as intervenções (manutenção e requalificação) distam da melhoria que visa atingir uma qualidade superior à existente, quer por condições de segurança,

² "Fábrica, significa todo o material físico do sítio incluindo componentes, acessórios, conteúdos e objetos" (ICOMOS, 2013).

conforto, higiene e estética, quer por ser um investimento de longo prazo, oportunidade e questões ligadas ao mercado imobiliário ("Manutenção e conservação do edificado," 2016).

Há, portanto, um elo entre manutenção e qualidade, inclusive alguns princípios da Gestão da Qualidade são aplicados também à Gestão da Manutenção (M. A. de Oliveira, 2017). De acordo com a NP EN ISO 9004 (2000) "gerir uma organização inclui a gestão da qualidade, entre outras disciplinas de gestão".

Flores-Colen (2009 citado por Maurício, 2011) refere que é de extrema importância existir manutenção para que as construções e seus sistemas/ elementos, "satisfaçam níveis aceitáveis de desempenho para o uso previsto, garantindo as necessidades dos utentes e durante um prazo economicamente aceitável".

No cariz ambiental, os edifícios contribuem com parcela significativa para os impactes ambientais (J. L. M. Dias, 2011). Conforme González, Díaz, Caamaño e Wilby (2011), o setor da construção representa, aproximadamente, um terço do consumo de energia final. Os autores afirmam ainda que é urgente a procura de ferramentas que melhorem a eficiência³ das edificações, garantindo a sustentabilidade do fornecimento de energia a médio e longo prazo, haja vista que estas metas estão positivadas no Protocolo de Quioto⁴, do qual Portugal é signatário.

Neste contexto, o ambiente construído têm grande repercussão na agenda da sustentabilidade, uma vez que são responsáveis por cerca de 40% das emissões mundiais de dióxido de carbono (CO₂), utilizam cerca de 40% dos recursos naturais e produzem algo em torno de 40% dos resíduos do mundo (Chartered Institute of Building, 2004 citado por Elmualim, Valle, & Kwawu, 2012; Lourenço, 2012). De facto, os edifícios consomem entre 40% e 45% da energia gerada para produzir energia e calor (Wood, 2006 citado por Elmualim et al., 2012; United Nation Environment Programme, 2007).

Por outro lado, até 2025 estima-se que "a implantação de processos oriundos da Indústria 4.0 pode resultar na redução de 10% a 40% dos custos de manutenção, redução no consumo de energia de 10% a 20% e aumento da produtividade de 10% a 25%" (Dutra, n.d.).

Para Mouta (2011) a

"gestão da manutenção de um edifício não se deverá cingir ao conjunto de equipamentos de AVAC, à gestão da QAI e à gestão da eficiência energética, abranger a totalidade dos equipamentos que fazem parte do edifício (elevadores, escadas rolantes, rede de águas e esgotos, etc.), bem como as suas infraestruturas civis, tendo em conta e consideração os aspetos técnicos, regulamentares e de segurança."

3 "Relação entre resultados obtidos e os recursos utilizados" ("NP EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e vocabulário," 2005).

4 Tratado internacional com objetivos de minimizar as emissões de CO₂. Atualmente está em vigor o segundo período de compromisso firmado em 2012 para o período de 2013-2020, nomeado de Emenda de Doha ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

Segundo a mesma autora, esta Gestão da Manutenção deve também englobar: gestão de recursos, gestão financeira, controlo documental dos pedidos, mapas individualizados com registo do consumo e funcionamento e evidência do desempenho dos sistemas.

A Gestão da Manutenção maximiza o desempenho e prolonga a vida útil das construções, como pode ser observado na Figura 5. Adicionalmente, melhora ainda o conforto dos utilizadores destes espaços, evita deteriorações prematuras das edificações e dos seus sistemas, reduz custos, entre outros fatores descritos por Carlino (2012).

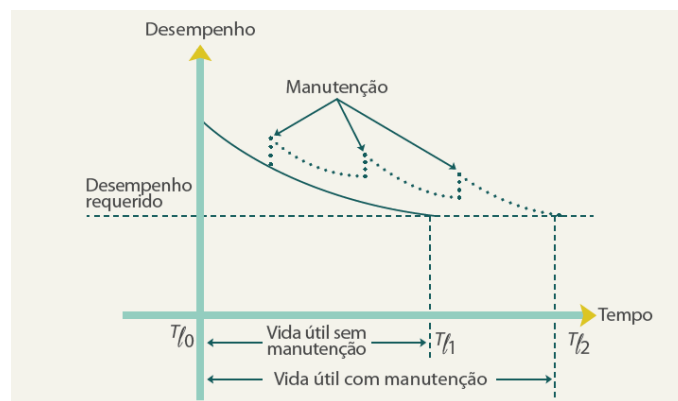


Figura 5. Recuperação do desempenho por ações de manutenção (CBIC, 2013)

Dekker (1996 citado por Pintelon & Muchiri, 2009) resume que o papel da manutenção pode ser definido pelos quatro objetivos que ela visa alcançar, ou seja: assegurar o funcionamento do sistema (disponibilidade, eficiência e qualidade do produto); assegurar o sistema ou a vida da instalação; assegurar o bem-estar humano e, por fim, assegurar a segurança.

Segundo a Lei da Evolução dos Custos – Lei de Sitter ou Lei dos 5 – os custos com as ações de manutenção aumentam, ao longo do tempo, em progressão geométrica de razão 5 (Sitter, 1984), de acordo com a Figura 6, o que justifica a devida atenção em relação a fase de utilização.

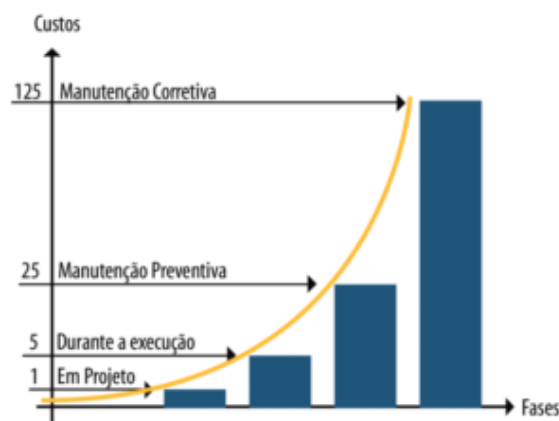


Figura 6. Lei da Evolução dos Custos (Sitter, 1984)

A NP 4492 (2010) regista que "as atividades ligadas à manutenção têm um peso significativo nos custos de operação". Regista ainda, que é crescente o consumo de serviços de manutenção e, portanto, é interesse das organizações procurar otimizar estas operações e reduzir os riscos inerentes do negócio. Por exemplo, tais custos podem ser mitigados se houver controlo através da manutenção preventiva. Mouta (2011) elenca algumas vantagens da manutenção planeada em determinados sistemas:

- "um equipamento bem mantido dura 30% a 40% mais do que um mal mantido;
- a implementação da manutenção preventiva induz economias nos consumos energéticos de 5% a 11%;
- os custos de manutenção distribuem-se aproximadamente – 50% mão-de-obra e 50% materiais;
- o trabalho corretivo custa 3 a 4 vezes mais do que o planeado."

Analogamente à Lei de Sitter, o *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK) expõe instruções similares no que diz respeito a curva dos custos das mudanças na prática da Gestão de Projetos. Em síntese, a Figura 7 ilustra os impactos de variáveis ao longo do ciclo de vida, mostra como os riscos e custos se comportam e que a "capacidade das partes interessadas para influenciar as características finais do produto do projeto, sem afetar significativamente os custos e o cronograma, é mais alta no início do projeto e diminui à medida que o projeto progride para o seu término" (PMBOK, 2017).

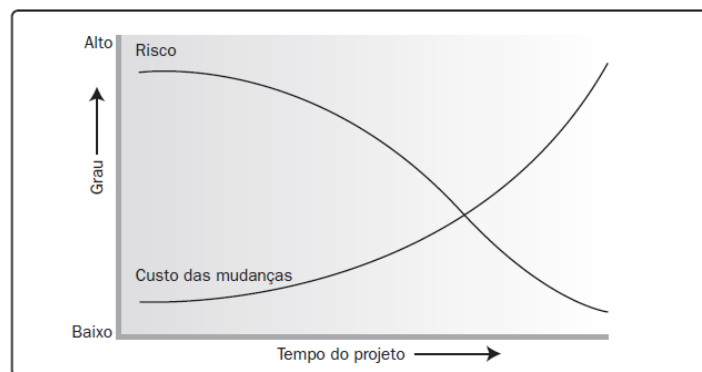


Figura 7. Impacto de variáveis ao longo do tempo (PMBOK, 2017)

Esta curva do custo é integrada na Figura 8 (CBIC, 2016) proposta por McLeamy (McAuley, 2016) que apresenta uma visão mais complexa, pois incorpora outras duas curvas que representam os processos de projetos tradicionais e preferenciais ao longo do ciclo de vida.

Quanto mais se antecipam e se preveem os processos, mais produtivo será o ciclo; e, por conseguinte, isto beneficiará a análise do ciclo de vida (*life-cycle assessment* – LCA). Os recentes avanços em LCA indicam que a tendência global é construir edifícios com necessidades energéticas baixas na fase de operação, com vista à aplicação das exigências internacionais sobre eficiência energética. Deste modo,

a relação entre a energia incorporada dos materiais e a energia operacional (20%-80%) está a mudar de tal forma que, 40% do impacto está associado aos materiais e 60% está associado à fase operacional (Vilches, Garcia-Martinez, & Sanchez-Montañes, 2017). Importa referir que os conceitos de energia incorporada e operacional são distintos. A energia incorporada nos materiais "é a parcela associada ao ciclo de vida de um edifício, incluindo a extração das matérias-primas que dão origem aos materiais utilizados, ao seu processamento, fabrico e transporte, assim como à construção do edifício e respetiva manutenção, renovação e demolição" (Grazina, 2015).

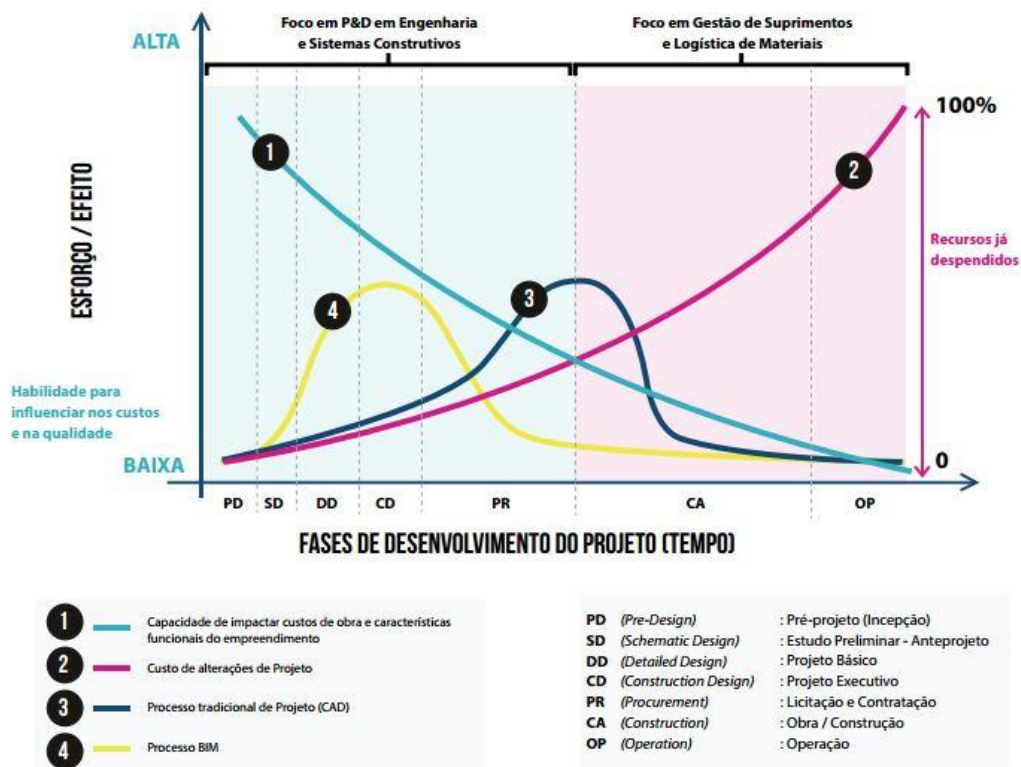


Figura 8. Curva de Patrick McLeamy: esforço/efeito ao longo do tempo (CBIC, 2016)

Assim sendo, ela depende, sobretudo, do tipo de material utilizado e respetivos processos de fabrico. Para efeitos da ISO 15928-5: 2013 "energia operacional é a energia utilizada para aquecimento, arrefecimento, ventilação, água quente sanitária, sistemas de iluminação e outros eletrodomésticos (de cozinha, armazenamento de produtos alimentares, etc.) tendo em conta todas as fontes de energia incluindo fontes de energia renováveis e cogeração" (Grazina, 2015). Portanto, ela relaciona-se com o utilizador do edifício e respetivos padrões de consumo energético. No entanto, investigadores em todo o mundo publicaram estudos onde demonstram que a relação entre as energias incorporada e operacional variam bastante em termos percentuais dependendo de diversos fatores, tais como: ciclo de vida adotado, materiais selecionados, localização geográfica e caso de estudo em questão. A discrepância

em relação aos dados é justificada pelo facto de não haver ainda um método uniformemente aceite que meça a energia incorporada⁵ (Grazina, 2015).

2.2 Limitações e delimitação da Gestão da Manutenção

É complexo gerir atividades técnicas decorrentes da manutenção, bem como, há uma falta de conhecimento e *expertise* que criam empecilhos e obstáculos para a sua correta gestão. Ainda é corrente o controlo de tais atividades através de papéis e/ou *check lists* que potenciam a descentralização da informação podendo, inclusive, haver perda destes registos. Os custos de manutenção dos edifícios têm sido bastante negligenciados nas fases de projeto e construção o que resulta em edifícios de difícil e onerosa manutenção (Koo, 2000 citado por de Silva et al., 2004).

A maioria das organizações públicas ainda considera a manutenção de edifícios e a Gestão da Manutenção fardos não as reconhecendo como estratégias de valor agregado. A gestão da manutenção geralmente, não é considerada parte da função ou deveres da gerência, mas é antes vista como uma função operacional, refere Lateef (2010). E acrescenta que, quanto mais se atende às expectativas do utilizador (medidas relativas a qualidade, velocidade, fiabilidade, segurança e função, conforto, custo, etc.) e à perceção a um custo menor, mais valor será entregue aos utilizadores. Por outras palavras, quanto mais o desempenho e as expectativas de manutenção dos utilizadores forem alcançados (efetivamente) com menos recursos (eficientemente), maior será o valor agregado ao serviço de manutenção.

Para autores como Mouta (2011) "a manutenção é um subsistema da gestão de edifícios". E para Jesus (2017) o processo de gestão de manutenção em edifícios leva em consideração três aspetos cruciais: "um sistema de manutenção, a definição de todas as operações de manutenção e a inspeção e monitorização do desempenho do edifício". Porém, nem sempre se consegue atingir estes aspetos em todas as organizações. O que pode gerar aumento nos custos operacionais e falta de controlo na gestão.

Outro fator limitativo é que em Portugal, até há pouco tempo, não existia legislação que obrigasse a implementação de um plano de inspeção e manutenção⁶ (Flores-Colen, Madureira, Morgado, & de Brito, 2015). Segundo estudo do Instituto Nacional de Estatística (INE) o número de construções com necessidades de reabilitação no país é superior 1 milhão (F. Rodrigues, Matos, Di Prizio, & Costa, 2018).

⁵ Recomenda-se a leitura mais detalhada das publicações Grazina (2015) e Torgal & Jalali (2011) pois há algumas nuances que devem ser consideradas.

⁶ Está em tramitação o anteprojeto de revisão do RGEU que será abordado neste Capítulo na subsecção 2.4.

De onde se pode inferir que tais habitações alcançaram um nível de degradação generalizada, provavelmente, pela ausência de ações de manutenção.

Merece ser dito que há, nas organizações, obstáculos a nível organizacional, funcional, tecnológico, cultural, financeiro e inclusive comportamental das partes interessadas que, por vezes, são resistentes às mudanças e à implementação do novo. É inevitável que isto se reflita na Gestão da Manutenção.

Interessa mencionar a distinção feita por Pintelon e Muchiri (2009) acerca das terminologias: ações de manutenção, políticas de manutenção e conceitos de manutenção, pois a literatura e a prática confundem estas três expressões e, cada qual, tem particularidades próprias.

- Ações de manutenção: as intervenções básicas de manutenção e o trabalho elementar realizado por um técnico (nível operacional);
- Política de manutenção: são as regras ou conjunto de regras que descrevem o mecanismo gerador das diferentes ações de manutenção (nível tático);
- Conceitos de manutenção: é o conjunto de políticas e ações de manutenção de vários tipos e a estrutura geral de decisão na qual estas são planeadas e suportadas (nível estratégico).

Abreu, Dias e Requeijo (2015) sintetizam na Figura 9 as principais funções associadas à manutenção dos edifícios em três grupos genéricos – operacionais, regulamentares e gestão e planeamento, cujas responsabilidades estão em consonância com os Decretos-Lei nº 78/2006 e nº 79/2006.

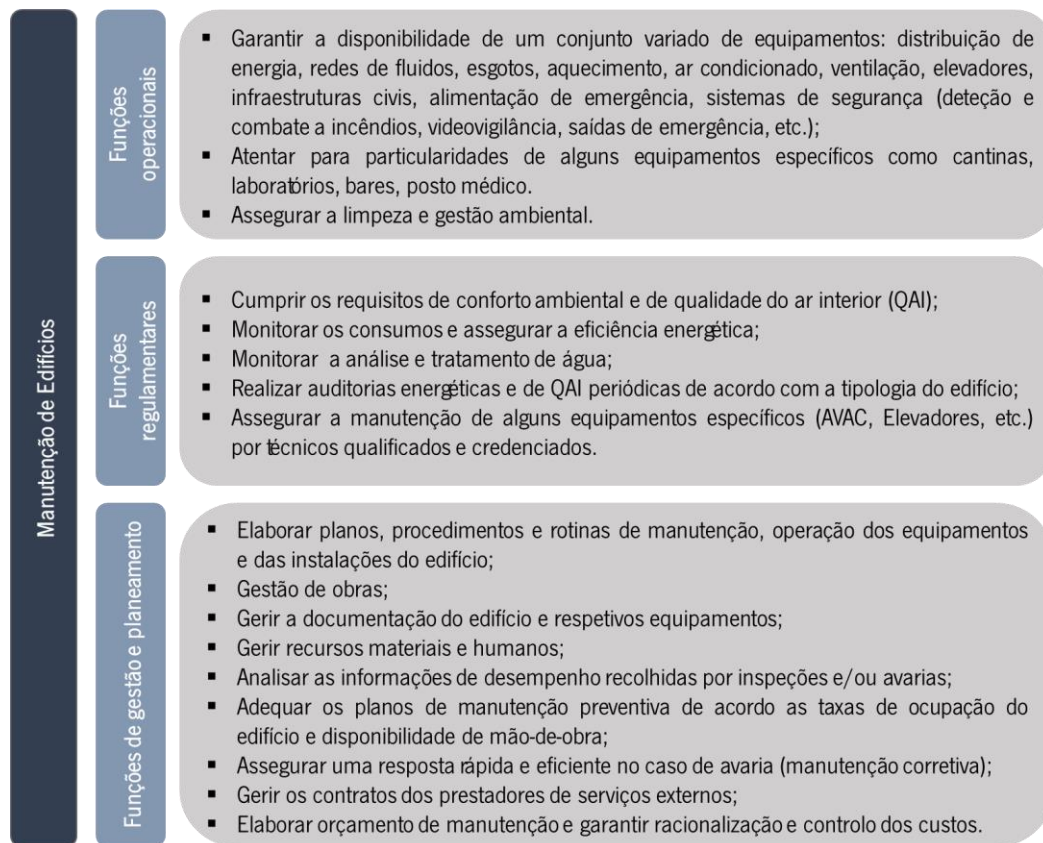


Figura 9. Principais funções associadas à manutenção de edifícios (Abreu et al., 2015)

Dada a complexidade da área na Gestão de Edifícios, Calejo Rodrigues (2001) é mais específico e subdivide em três grandes domínios de atividades: gestão técnica, económica e funcional. Esta mesma classificação é seguida por outros investigadores (Barros, 2008; Bastardo, 2008; R. I. S. Ferreira, 2009; Guerreiro, 2013; Magalhães, 2008; Maurício, 2011; P. F. dos S. C. Oliveira, 2011; A. Tavares, Costa, & Varum, 2011; A. da C. Tavares, 2009; Torres, 2009).

Em suma, a gestão técnica relaciona-se sobretudo com as atividades da Engenharia com o objetivo de assegurar o desempenho das soluções construtivas do edifício: sistemas, EFM e/ ou componentes. Envolve a gestão da manutenção (processos de avaliação, intervenção, correções, diagnóstico técnico das anomalias e ações de limpeza) e outras ações técnicas como emergência, segurança, ajuste funcional dos sistemas técnicos e cumprimento legal, sendo este o âmbito deste trabalho investigativo. A gestão económica compreende os custos decorrentes da manutenção, exploração, utilização, financeiros e fiscais. É da competência do gestor assegurar os fluxos económicos necessários à utilização do edifício. Esta atividade económica pode enquadrar-se nos processos de gestão financeira e assim definir metodologias para: definição anual dos objetivos e sua revisão em igual tempo, monitorização financeira e previsão de medidas financeiras corretivas. A gestão funcional envolve a relação interpessoal entre os utentes, com a sensibilidade do gestão para atender as necessidades comuns de conforto dos utentes e qualidade interna dos ambientes de trabalho, a favorecer o bom desempenho das instalações, conforme entendimento de Calejo Rodrigues (2001), sintetizado na Figura 10.

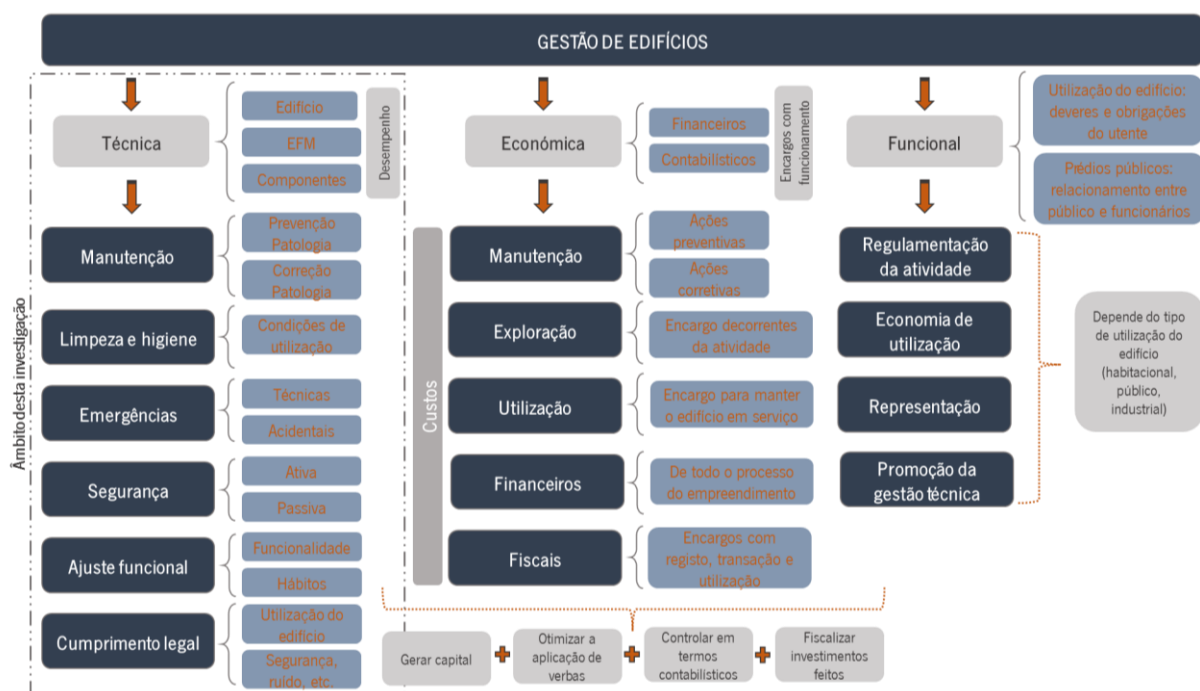


Figura 10. A Gestão de Edifícios e suas três atividades de domínio, segundo Calejo Rodrigues (2001)

2.3 Histórico da evolução da manutenção

Desde os tempos mais remotos que a humanidade tem o instinto natural para zelar, manter e guardar seus pertences. Talvez no intuito puro e simples da reutilização. Muito provavelmente com as construções essa intenção seja evidenciada na tentativa de que as mesmas possam lhe ser úteis por longos períodos.

Calejo Rodrigues (2001) cita que escavações arqueológicas feitas no Egito dão indícios que mesmo em 1895 a.C. já havia a preocupação com a manutenção de edifícios e templos. Há evidências na utilização de folhas de palma e cobre, gorduras animais e betumes naturais utilizados para solucionar infiltrações provenientes de humidade e prover a proteção destas edificações.

Data do século I d.C. que no Império Romano Sexto Júlio Frontino, engenheiro e senador romano deixou como legado as obras *De aquis urbis Romae* ou *De Aquaeductu*, na qual descreve a história do abastecimento de água em Roma, com inclusão das leis relativas ao seu uso, manutenção e outros assuntos de importância na história da arquitetura e *De aquis de Frontinus* que relata detalhes técnicos completos sobre os aquedutos de Roma, igualmente descrevendo a sua história e as normas que regem o seu uso (Encyclopædia Britannica, 2020).

Após ser nomeado superintendente das águas, Frontino empenhou-se em preparar mapas do sistema hidráulico para que pudesse avaliar a sua condição antes de realizar qualquer manutenção. Havia a preocupação com fugas no sistema, especialmente aqueles em galerias subterrâneas, que eram difíceis de localizar e consertar. Ele reviu as leis existentes do Estado sobre aquedutos com fins de garantir a sua aplicação ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

Em relação ao controlo das tarefas de manutenção,

"a atividade de fiscalização de edifícios remonta ao Século XII, envolvendo operações de limpeza e conservação. Releva ainda que um documento que foi redigido em 1667, na sequência de um grande incêndio na cidade de Londres, estabelece ações de manutenção a serem desenvolvidas pelos utentes dos edifícios" (Torres, 2009).

Porém, é aceite que até fins do século XIX, a construção baseava-se em métodos de tentativa e erro. Copiavam-se as técnicas antigas e, *a posteriori*, selecionavam-se aquelas que melhor se adequavam às necessidades humanas e, paulatinamente, abandonavam-se as técnicas e/ou sistemas que falhavam. Com o advento da Revolução Industrial e, mormente, no Pós-guerra, incrementaram-se novas técnicas e produtos, até então de aplicabilidade pioneira para a indústria da construção, o que, portanto, evidenciou um aumento na degradação das edificações (Primo, 2008).

Pode-se considerar que o início da moderna engenharia de manutenção coincide com o desenvolvimento do motor a vapor por James Watt, em 1769 na Grã-Bretanha (The Volume Library, 1993 citado por Dhillon, 2009). Entretanto, o conceito de manutenção surgiu formalmente no século XIX (Torres, 2009). Isto coincide com o advento do betão armado no final do século XIX que se popularizou em meados do século XX. A massiva aplicação do betão nas construções ocorreu após a aprovação da patente do cimento Portland apresentada por Joseph Aspdin em Leeds no Reino Unido, em 1824 (Appleton, 2005; Correia, 2009).

Em 1877, William Morris fundou em Londres a *Society for the Protection of Ancient Buildings* (SPAB). Conhecida como "Anti-Scrape", ela foi criada para fazer campanha contra os danos provocados pelos restauros da época, especialmente pelos arquitetos vitorianos cujo entusiasmo pelo restauro causou danos irreparáveis a edifícios medievais. Com a instituição da SPAB, a manutenção assumiu um estatuto próprio, desenvolvendo-se progressivamente como uma área de conhecimento independente e essencial e, até hoje, ela é reconhecida como uma associação que luta pela preservação do património ("SPAB," 2020; "Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020; A. da C. Tavares, 2009; Torres, 2009).

O Século XX marcou a evolução da manutenção de edifícios, em especial pelo "contributo oriundo do setor da aviação comercial, que deu origem à Engenharia de Manutenção, com o intuito de assegurar um estado de desempenho irrepreensível de todos os componentes das aeronaves" (Torres, 2009).

Em Itália, a reabilitação de edifícios era vista através de movimentos dirigidos, à partida, por Camillo Boito (fins do séc. XIX) e, num segundo momento, por Cesare Brandi (início do séc. XX). Entretanto, é somente no século XX que surgem as Cartas e Convenções Internacionais sobre Património para orientar questões referentes a restauração e conservação (Correia, 2009).

Torres (2009) refere que em

"Portugal, as primeiras referências claras a atividades de manutenção de edifícios remontam ao reinado de D. Afonso IV, no Século XIV, que manifestava preocupações neste domínio. Mais tarde, no Século XVIII, D. João V decretou formalmente a necessidade de proteção de monumentos históricos, através da criação de um sistema nacional que não viria, contudo, a ser alguma vez implementado."

Para Blanchard e Lowery (1969 citados por de Silva, Dulaimi, Ling, & Ofori, 2004) o conceito de manutenibilidade foi formalmente iniciado nos serviços militares dos Estados Unidos em 1954 (Briffett, 1990; Dunston, Williamson, 1999 citados por N. de Silva et al., 2004). Mas foi somente nas últimas décadas que os investigadores perceberam a importância da manutenibilidade dos edifícios na redução de custos e na melhoria do funcionamento das instalações (Briffett, 1990; Dunston, Williamson, 1999 citados por de Silva et al., 2004).

Na década de 60, os países mais desenvolvidos passaram a ter uma consciencialização maior em relação a durabilidade, devido à complexidade dos seus parques construídos que apresentavam problemas de degradação e impactavam diretamente no nível económico, bem-estar físico e psicológico da sociedade, bem como na imagem das cidades. De modo especial, após as crises petrolíferas da década de 70, ficou bastante evidente que tão importante quanto o custo inicial do investimento deveria ser a preocupação com o custo do desempenho global das edificações no que se refere a "consumo energético, despesas de manutenção, capacidade de resistência à deterioração ou níveis de poluição relacionados com a construção, o uso e a demolição das construções", premissas estas que deveriam estar presentes nas fases iniciais do planeamento da obra e que hoje são vitais à sustentabilidade das construções (Primo, 2008).

Primo (2008) ainda destaca o facto de não se considerar uma visão estratégica de longo prazo no quesito manutenção que implicará aumento nos custos para sanar os prejuízos decorrentes da falta de durabilidade seja dos sistemas construtivos, seja das construções e também nos custos com reabilitação. Inclusive, tais edificações podendo ser "retiradas de serviço muito antes de cumprida a sua vida útil projetada (VUP)" (ABNT NBR 5674, 2012).

Assim que colocadas em utilização, as construções iniciam o processo de degradação e necessitam de manutenção (Cordeiro, 2011) e cada "vez mais a sociedade civil tem reconhecido e assumido a elevada importância das atividades de uso, operação e manutenção dos edifícios como forma de assegurar a durabilidade e a preservação das condições de utilização das edificações durante a sua vida útil de projeto" (ABNT NBR 14037, 2014). Diferentemente de outros produtos, as edificações são bens duráveis, com expectativas de atender os utilizadores por longos anos em condições adequadas de utilização, suportando os agentes ambientais e de utilização que possam alterar suas propriedades técnicas iniciais (ABNT NBR 5674, 2012).

No que respeita à durabilidade, o ciclo de vida dos sistemas construtivos dependem tanto das propriedades físicas, químicas e mecânicas, conferidas durante o processo de fabrico, quanto das condições de manutenção as quais são submetidos e da exposição ambiental a que estão sujeitos (Sarja, 2005a citado por M. F. da S. Rodrigues, 2008). O grau de degradação de uma edificação será determinado através de dois fatores: as condições de durabilidade do edifício e as condições ambientais que atuam sobre ele, como descreveu o *Architectural Institute of Japan* (AIJ, 1993 citado por M. F. da S. Rodrigues, 2008) e está esquematizado na Tabela 1.

Tabela 1. Fatores de degradação de edifícios (AIJ, 1993 citado por M. F. da S. Rodrigues, 2008)

1. Condições do edifício (durabilidade)		2. Condições ambientais (fatores de degradação)	
Durante a fase de concepção e construção	Projeto Especificações Planeamento Materiais Construção	Condições naturais	Temperatura Humidade Radiação Solar Vento Chuva Sais
Durante a fase de utilização	Manutenção Reparação Substituição	Condições artificiais	Fatores devidos à poluição atmosférica Fatores devidos às condições de utilização Fatores que surgem como consequências da concepção

Além dos fatores supracitados, Gomes (2017) é mais detalhista ao afirmar que a degradação pode ser influenciada também por fatores, tais como: "informação deficiente ou alterações durante a execução do projeto, incompatibilidades de projetos das diversas especialidades, especificações inadequadas de materiais e ausência da consideração dos aspetos de operação e manutenção" (fase de projetos); "deficiente informação para a execução da obra, supervisão deficiente, prazos de execução irrealistas, mão-de-obra não qualificada" (fase de construção); "agentes mecânicos, eletromagnéticos, agentes químicos e biológicos e nível de manutenção" (fase de utilização).

Um estudo desenvolvido por Islam, Mohamed, Amin e Nazifa (2017) na Malásia comprovou que 78% do grupo entrevistado concordou que o critério da manutenibilidade deveria ser considerado como o mais significativo na etapa de projeto por garantir uma operação e manutenção mais rentável, satisfação contínua do cliente, bem como redução do esforço na fase de operação e manutenção.

A falta de intervenção nos edifícios para correção das anomalias terá como consequência o agravamento destas. Assim sendo, é essencial promover a prevenção através de metodologias de inspeções periódicas. Para além disto, a conservação de uma construção dependerá do desempenho de cada um dos seus elementos, e deste modo a inspeção deverá compreender todos os sistemas construtivos (Cordeiro, 2011). É o que corrobora a norma NP EN 13269 (2007): "uma manutenção adequada protege o valor do capital investido e assegura que a disponibilidade requerida seja alcançada".

Em síntese,

"a vida operacional de um edifício é tão importante como o projeto que lhe dá origem, ou a decisão que lhe põe um fim. A sua gestão e manutenção requerem uma vigilância e atuação que dependem de um vasto leque de profissionais, mais alargado que apenas os utilizadores do edifício" ("Manutenção e conservação do edificado," 2016).

A manutenção executada, quer pelas equipas internas (*in-house*), quer por fornecedores externos especializados (*outsourcing*) "tem um papel fulcral no sucesso da organização, capacitando os equipamentos do processo para o desempenho ao nível que lhes é exigido" (NP 4483, 2009).

Atualmente, biliões de dólares são gastos a cada ano na manutenção de equipamentos e instalações em todo o mundo. Para exemplificar, somente a indústria americana gasta anualmente uma quantia superior a 300 biliões de dólares em manutenção e operações de instalações e, no exercício fiscal de 1997, o pedido de orçamento de operação e manutenção do Departamento de Defesa dos EUA foi da ordem de 79 biliões de dólares (Latino, 1999; 1977 DoD Budget, 1996 citados por Dhillon, 2009). Não foi possível encontrar dados mais recentes.

2.4 Enquadramento normativo

O Comité Técnico CEN/TC 319 estabelece as Normas Europeias para a manutenção. Entretanto, algumas delas foram transcritas para Norma Nacional (NP) pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ).

A saber:

NP EN 13306:2007 Manutenção – Terminologia de manutenção

NP EN 13269:2007 Manutenção – Instruções para a preparação de contratos de manutenção

NP EN 13460:2009 Manutenção – Documentação para manutenção

NP EN 15341:2009 Manutenção – Indicadores de desempenho de manutenção (KPI)

NP EN 15628: 2014 Manutenção – Qualificação do pessoal de manutenção

NP EN 17007:2017 Manutenção – Processo e indicadores associados (IPQ, 2020).

Outras Normas Europeias ainda não transcritas, estão em vigor e referem-se também à manutenção. A última (prEN 17485) encontra-se sob consulta. Listam-se em texto original:

EN 15331:2011 Criteria for design, management and control of maintenance services for buildings

EN 16646:2014 Maintenance – Maintenance within physical asset management

EN 16991:2018 Risk-based inspection framework

prEN 17485 Maintenance – Maintenance within physical asset management - Framework for improving the value of the physical assets through their whole life cycle (CEN, 2020a).

Ainda relacionadas ao tema, existem duas Normas Nacionais:

NP 4483:2009 Norma guia para a implementação de sistemas de gestão de manutenção (NP 4483, 2009).

⁷ *Outsourcing* significa delegar atividades a terceiros (subcontratações) que não fazem parte da atividade fim (*core business*) da empresa. Este termo será detalhado em subsecção própria (*vide* subsecção 3.3).

NP 4492:2010 Requisitos para a prestação de serviços de manutenção (NP 4492, 2010).

A Gestão da Qualidade está intrinsecamente ligada à Gestão da Manutenção. E por guardarem certa afinidade com a temática convém ser listadas. Fazem parte do acervo normativo internacional, porém já estão traduzidas para português as seguintes normas (IPQ, 2020):

NP EN ISO 9000:2015 Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário

NP EN ISO 9001:2008 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos

NP EN ISO 9004:2019 Gestão da qualidade – Qualidade de uma organização – Linhas de orientação para atingir o sucesso sustentado

NP EN ISO 19011:2019 Linhas de orientação para auditorias a sistemas de gestão.

No universo dos contributos internacionais sobre manutenção, é de destacar uma das Comissões de Trabalho do CIB⁸ (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*) por se tratar de um organismo de renome e que desempenha um papel vital, inclusive, no desenvolvimento da gestão e manutenção através da colaboração em projetos internacionais e troca de informações, numa base voluntária, que é feita por intermédio da Comissão W065 – *Organisation and Management of Construction*. O CIB, instituído em 1953 com apoio das Nações Unidas, tem como objetivos: "estimular e facilitar a cooperação internacional e o intercâmbio de informações entre institutos governamentais de investigação no setor da construção civil, com ênfase nos institutos que se dedicam aos campos técnicos de investigação" ("CIB," 2020).

Em Portugal, uma parte da legislação existente sobre manutenção é genérica e insuficiente, o que pode levar a uma aplicação ineficaz destes regulamentos (Sales, 2018). Tramita o anteprojeto de revisão do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)⁹ para o novo Regulamento Geral das Edificações (RGE) que ampliará o âmbito para novas edificações, obras de intervenção em edificações existentes e a obras que impliquem alteração da topografia local. O título VII trata da Durabilidade e Manutenção (artigos 117º a 120º). Com destaque para a redação proposta:

"Os proprietários devem assegurar a realização de inspeções periódicas correntes e especiais de acordo com o MIME¹⁰.

As inspeções periódicas correntes devem ser realizadas de 15 em 15 meses e, podem ser realizadas por pessoas sem formação específica.

As edificações sem MIME devem ser objeto de inspeções periciais pelo menos uma vez em cada período de oito anos¹¹.

8 Antiga sigla do termo francês *Conseil International du Bâtiment* (do inglês *International Council for Building*). O nome da organização foi alterado em 1998, porém a abreviatura foi mantida ("CIB," 2020).

9 Subcomissão para a revisão do RGEU instituída pela Portaria n.º 62/2003 de 16 de janeiro e pelo Despacho n.º 5493/2003 de 27 de fevereiro.

10 MIME: Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação.

11 Em alinhamento com o artigo 89º do Regime Jurídico da Urbanização e Edificação ("Decreto-Lei n.º 555," 1999).

Em 2006 as Ordens dos Arquitectos (OASRN) e Engenheiros emitiram parecer nos quais fazem considerações quanto à redacção. Entendem que o prazo de 15 meses não parece razoável, questionam se o MIME pode ser preenchido por pessoas leigas nestas matérias, que o MIME deve ser aplicável apenas a edificações novas e que se deve ter um modelo-tipo de MIME, entre outras (Ordem dos Arquitectos (OA), 2006; Ordem dos Engenheiros (OE), 2006).

Em países desenvolvidos como os Estados Unidos e o Canadá, estes Manuais de Inspeção e Manutenção procedem à inspeção preventiva das construções existentes, caracterizam a tipologia da construção e também os prazos entre inspeções, verificações e manutenções futuras em caso de intervenção (M. F. da C. Ferreira, 2012).

2.5 Taxonomia da manutenção

Há várias estratégias acerca da classificação da manutenção. Na revisão da literatura, sobressaem quatro estudos que tentaram identificar os diversos tipos de manutenção, métodos, modelos ou filosofias. Em 1998, Stoneham descreveu sete modelos. Em 2000, Sherwin discutiu, igualmente, sete modelos. Em 2004, Mostafa listou dezoito modelos. Por fim, em 2006, Garg e Deshmukh identificaram dez modelos (Fraser, 2014). Tais modelos são vitais na gestão da manutenção pois este sistema tem que ser fiável para assegurar a utilização contínua, fiabilidade e segurança dos ativos que estão a ser geridos (Fraser, 2014). Como não há uma uniformização entre eles, achou-se conveniente apresentar a taxonomia descrita por Kothamasu, Huang e VerDuin (2009), ilustrada na Figura 11, dado que ela abrange mais modelos e há uma certa coerência na sua classificação.

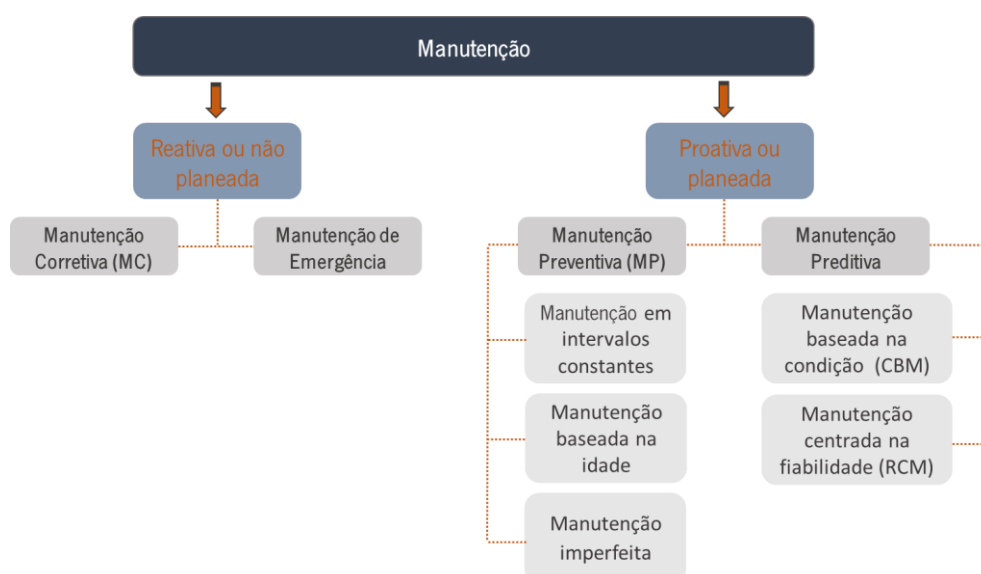


Figura 11. Taxonomia da manutenção, segundo Kothamasu et al. (2009)

A manutenção é dividida em: reativa e proativa. Entre outros aspetos, o ponto essencial para distinção entre estes dois grupos é o tempo de atuação no que concerne ao aparecimento da patologia, anomalias e/ou falhas (Maurício, 2011).

2.5.1 Manutenção reativa

A manutenção reativa é aquela que não é planeada. Corresponde à antiga prática onde somente se intervia após a manifestação do defeito, da avaria ou da paragem. No entender de Eisenmann e Eisenmann (1997 citados por Kothamasu et al., 2009) este tipo de manutenção é ideal para as instalações onde a maquinaria é mínima e a fábrica, oficina ou indústria não dependem, em geral, da fiabilidade de qualquer máquina individual. Ela pode ser também utilizada quando a taxa de falhas é ínfima e seu insucesso não onere os custos ou nem sequer gere consequências na segurança (Kothamasu et al., 2009).

Ela é também conhecida por manutenção resolutive ou curativa e é aplicada posteriormente ao aparecimento da patologia (Maurício, 2011). Esta estratégia de intervenção consiste em deixar operar o mecanismo de degradação do EFM e depois atuar na reparação das anomalias existentes (Flores, 2002 citado por Maurício, 2011). Assim, todo tipo de anomalias, pequenas, grandes e urgentes, estão abrangidas neste universo (Falorca, 2004 citado por Maurício, 2011; Calejo Rodrigues, 2001).

Tradicionalmente, esta filosofia era praticada sobretudo como uma abordagem orientada para a ação em segurança contra incêndios, quando somente se age após a ocorrência do evento ou ações que resolviam problemas de produção. Nos dias atuais, de concorrência global acirrada e margens de lucro espremidas, os gestores de manutenção tiveram que se adaptar a estratégias de manutenção mais rentáveis e confiáveis (Pintelon e Gelders, 1992; Sheu e Krajewski, 1994 citados por Sharma, Kumar, & Kumar, 2005).

Esta categoria subdivide-se em manutenção corretiva e manutenção de emergência.

2.5.1.1 Manutenção corretiva (MC)

Este conceito foi introduzido em 1957 (Ahuja, 2009). É a atividade realizada após a ocorrência de uma falha e visa restaurar um item ao estado em que ele possa desempenhar a sua função requerida (Williams et al. 1994; Sheu e Krajewski, 1994; Blanchard et al. 1995 citados por Kothamasu et al., 2009; Nakagawa, 2005, 2007; Barlow e Proschan, 1965 citados por Ito & Nakagawa, 2009).

"O objetivo da manutenção corretiva é melhorar a fiabilidade do equipamento, a manutenção, a segurança e os pontos fracos do projeto (material, formas). As estratégias de manutenção corretiva visam reduzir deteriorações, falhas para garantir equipamentos livres de manutenção. As informações de manutenção, obtidas da MC, são úteis para a prevenção da manutenção dos equipamentos de nova geração e para a melhoria das instalações fabris existentes" (Ahuja, 2009).

2.5.1.2 Manutenção de emergência

É a atividade necessária para realizar no imediato a manutenção e assim evitar consequências mais graves nas instalações (Kothamasu et al., 2009). O caráter urgente nesta ação é devido ao perigo iminente ao qual se submetem ocupantes, edifício e sistemas construtivos (Roper & Payant, 2014). Dada a sua natureza, este tipo de manutenção não permite muito planeamento e, portanto, ela deve representar no máximo 10% do total do trabalho de manutenção. A prática corrente na indústria demonstra que, entre 10% a 15% da equipa de manutenção, deve estar disponível para trabalhos de emergência (Duffuaa & Haroun, 2009). Porém, isso dependerá da dimensão e da política da organização. De acordo com Hormigo (2015c citado por B. M. P. Silva, 2015) os custos com a manutenção de emergência são, em média, três vezes superiores aos custos com a manutenção corretiva planeada.

2.5.2 Manutenção proativa

Como o próprio nome sugere, as operações de manutenção são realizadas de forma planeada antes da ocorrência de falhas e em várias situações a manutenção proativa é mais vantajosa pelo maior controlo e otimização dos recursos se comparada à manutenção reativa (Kothamasu et al., 2009). Este tipo de manutenção pode preservar os valores culturais do património construído e manter a originalidade e autenticidade do tecido (Maintain our Heritage, 2004, citado por Rahman, Akasah, Abdullah, & Musa, 2014). O objetivo principal da manutenção planeada para Mirghani (2009) é reduzir os custos totais com inspeção, reparação e tempo de paragem do equipamento que podem ser medidas pela capacidade de produção perdida ou qualidade reduzida do produto. Enquanto que, para Mauricio (2011), este objetivo está mais ligado ao aparecimento das diversas anomalias e a preocupação para que os EFM não atinjam níveis de exigência abaixo do estabelecido, protelando o tempo até uma eventual intervenção mais profunda.

2.5.2.1 Manutenção preventiva (MP)

Este conceito foi introduzido em 1951 e é definido como uma espécie de *check up* físico do equipamento para evitar avarias e prolongar sua vida útil (Ahuja, 2009). São "ações planeadas realizadas para manter um item em um nível de desempenho específico, fornecendo tarefas repetitivas e programadas que

prolongam a operação e a vida útil do sistema, tais como inspeção, limpeza, lubrificação e substituição de peças" (Roper & Payant, 2014). A estratégia deste tipo de manutenção é reduzir a probabilidade de falhas ou degradação do desempenho das instalações que são garantidos justamente por intervenções em períodos pré-determinados (Kothamasu et al., 2009) ou quantidade de uso da máquina/equipamento (Ahuja, 2009).

Muitos investigadores dedicam-se a estudar políticas ótimas de MP pois o custo da MC, em caso de falha, é muito superior ao da MP e, sendo está bem planeada, ela será rentável e minimizará drasticamente o custo de manutenção de toda a instalação (Ito & Nakagawa, 2009). A principal diferença entre MC e MP é a existência prévia de um problema e, somente após este facto, são tomadas as ações corretivas (Ahuja, 2009).

Por sua vez, a MP subdivide-se em outros três segmentos: manutenção em intervalos constantes (*constant interval maintenance*), manutenção baseada na idade (*age-based maintenance*) e manutenção imperfeita (*imperfect maintenance*).

a) Manutenção em intervalos constantes

É realizada em intervalos fixos. "Os intervalos são selecionados para equilibrar o alto risco de falhas nos longos intervalos e elevados custos de manutenção preventiva nos pequenos intervalos" (Jardine, 1987 citado por Kothamasu et al., 2009).

b) Manutenção baseada na idade

Somente é realizada após o sistema ter atingido uma idade específica. Se o sistema falhar antes deste tempo, são tomadas outras medidas de manutenção e fica programada a próxima manutenção para o momento previamente estabelecido. Ao protelar este início, esta estratégia reduz o número de intervalos de manutenção em relação a manutenção em intervalos constantes (Kothamasu et al., 2009).

c) Manutenção imperfeita

Nos dois modelos supracitados, após a manutenção preventiva o sistema retorna ao *status quo*. No entanto, pode haver situações nas quais a condição do sistema se situe entre bom (original) e mau (falha). Assim, a manutenção imperfeita leva em consideração a incerteza do estado atual do equipamento durante a programação de atividades futuras (Kothamasu et al., 2009).

2.5.2.2 Manutenção preditiva

A manutenção preditiva baseia-se no mesmo princípio da MP, embora utilize um critério diferente para determinar a necessidade de atividades de manutenção específicas. O benefício adicional vem da necessidade de realizar a manutenção, quando iminente, e não após a passagem de um período de tempo especificado (Ahuja, 2009). Assim, a programação desta manutenção não é fixa, como decorre na MP, mas sim determinada de forma adaptativa (Kothamasu et al., 2009). Ela consiste na execução de atividades em função da análise do estado dos diversos elementos, planeando as inspeções e não as atividades a executar (A. da C. Tavares, 2009). Ela é subdividida em: manutenção baseada na condição (*condition-based maintenance – CBM*) e manutenção centrada na fiabilidade (*reliability-centered maintenance – RCM*).

a) Manutenção baseada na condição

A CBM é a estratégia de manutenção

"iniciada em resposta à condição específica do equipamento ou deterioração do desempenho. As técnicas de diagnóstico são implantadas para medir a condição física do equipamento, como temperatura, ruído, vibração, lubrificação e corrosão. Quando um ou mais destes indicadores atingem um nível de deterioração pré-determinado, são tomadas iniciativas de manutenção para restaurar o equipamento à condição desejada. Isto significa que o equipamento é retirado de serviço apenas quando existem provas diretas de que a deterioração ocorreu" (Ahuja, 2009).

A função da CBM é vigiar e proteger o equipamento (Fraser, 2014). Algumas vantagens desta estratégia são: introdução dos métodos rapidamente e de maneira integrativa com outros métodos, aplicabilidade a indústrias muito diferentes, equilíbrio entre o excesso e a falta de manutenção; útil para instalações ausentes de funcionários e, em comparação as outras filosofias, certamente é a mais dinâmica (Stoneham, 1998 citado por Fraser, 2014).

b) Manutenção centrada na fiabilidade

Na década de 70 o Departamento de Defesa dos EUA solicitou um estudo no intuito de aprofundar o conhecimento nas práticas utilizadas na indústria aeronáutica comercial, visando minimizar os custos com manutenção. Em 1978, Stanley Nowlan e Howard Heap concluem este estudo, intitulado *Reliability Centered Maintenance*. "Desde então, a metodologia desenvolvida nesse estudo, tem vindo a ser progressivamente adotada pelas empresas em todo o mundo" (Gonçalves, 2014).

A RCM é a manutenção lógica baseada em factos. Ela foi fundada num ambiente orientado especialmente para a manutenção aviões e utilizados por fabricantes de aeronaves, companhias aéreas,

governo (Ahuja, 2009; Fraser, 2014) e indústrias nucleares (Sharma et al., 2005). Alguns diriam que é o único sistema de manutenção racional por dois motivos: primeiro, deve haver uma redução nas horas de manutenção e segundo, uma manutenção realizada quando e onde for necessário (Roper & Payant, 2014). Os mesmos autores complementam que

"os níveis de RCM baseiam-se na dispersão das instalações, na idade e condição das instalações, e se as instalações são construídas recentemente ou já existentes. O nível escolhido depende do retorno do investimento, tanto em tempo como em custo, e da possibilidade de que você possa realmente mitigar o risco."

Por fim, a trilogia – preditiva, CBM e RCM – gravitam dentro do universo do *Facility Management* dada a similaridade entre elas e, no pensar de Roper e Payant (2014), a RCM é mais propensa à gestão de sistemas de equipamentos ao invés de ser utilizada numa aplicação mais geral. Inclusive exemplificam que esta estratégia surgiu em ambientes com equipamentos complexos, como a NASA.

O principal objetivo da RCM é preservar o funcionamento do sistema ao invés de restaurar o equipamento para uma condição ideal (Sharma et al., 2005). Isto é conseguido por intermédio das várias ferramentas utilizadas na melhoria da manutenção desta metodologia, tais como: análise dos modos de falha e seus efeitos (FMEA), análise dos modos de falha, da sua criticidade e dos seus efeitos (FMECA), análise de risco físico (PHA), análise da árvore de falhas (FTA), otimização da função de manutenção (OMF) e análise de risco e operabilidade (HAZOP) (Ahuja, 2009).

Apesar de estes modelos terem as suas particularidades, alguns deles podem ser utilizados de forma integrativa e concomitante entre eles (Ben-Daya, 2000; Chinese e Ghirardo, 2010 citados por Fraser, 2014) numa perspetiva mais holística, visto que eles apresenta similaridades e têm requisitos homogêneos (Fraser, 2014).

2.6 Planeamento e programação da manutenção

Segundo Al-Turki (2009) o "planeamento é o processo de determinação de futuras decisões e ações necessárias para alcançar os objetivos e metas pretendidos". Tal planeamento visa alcançar estes objetivos de forma mais eficiente e eficaz possível, diminuir os custos, reduzir os riscos e as oportunidades perdidas, para além de aumentar a vantagem competitiva da organização. A depender do horizonte no planeamento, este processo divide-se em três níveis básicos: longo prazo (vários anos), médio prazo (um mês a um ano) e curto prazo (planos diários e semanais) (Al-Turki, 2009).

Este planeamento ocorre em diferentes níveis de decisão: estratégico ou tático. Pode ainda ser implementado em diversos níveis organizacionais, corporativos, de negócios, funcionais ou operacionais.

A decisão a nível estratégico refere-se a questões da própria natureza existencial do negócio, enquanto as decisões táticas são mais pontuais, restritas e específicas. O planeamento estratégico tem uma visão de longo prazo, podendo ser feito a nível funcional, empresarial ou corporativo. O planeamento a longo e curto prazo a nível tático preocupa-se em seleccionar formas dentro de uma estratégia pré-definida para alcançar objetivos e metas de curto, médio e longo prazos (Al-Turki, 2009).

A programação da manutenção é conceituada como sendo o processo pelo qual as atividades são combinadas com os recursos e sequenciadas para serem executadas em determinados momentos. Em regra, e a depender do horizonte da programação, ela pode ser preparada nos seguintes níveis:

- "intervalo médio ou programação principal: contempla o trabalho de manutenção num período de 3 meses a 1 ano;
- horário semanal: contempla o trabalho de manutenção de uma semana;
- horário diário: contempla o trabalho de manutenção em cada dia" (Al-Turki, 2009).

O sistema de prioridade do trabalho de manutenção tem um impacto significativo na programação da manutenção. As prioridades são estabelecidas para garantir que a atividade mais crítica seja programada primeiro. Al-Turki (2009) sugere que o desenvolvimento deste sistema prioritário seja bem coordenado pela equipa operacional que, normalmente, atribui uma prioridade mais elevada ao trabalho de manutenção do que o necessário. E mais, "esta tendência coloca ênfase na manutenção e pode levar a uma utilização de recursos inferior à ótima".

Outro fator primordial é a atualização periódica destes sistemas prioritários, pois ela deverá refletir a realidade das alterações na operação e nas estratégias de manutenção. Em geral, os sistemas prioritários incluem de três a dez níveis de prioridade. Entretanto, o maior número de organizações adota quatro ou três níveis prioridades (Al-Turki, 2009). A Tabela 2 classifica cinco níveis de prioridade de acordo com o tempo (aconselhável) para início da manutenção programada e o tipo de trabalho, segundo Duffuaa et al. (1999 citados por Al-Turki, 2009).

Tabela 2. Prioridades do trabalho de manutenção (Duffuaa et al.;1999 citados por Al-Turki, 2009).

Prioridade	Nível	Atividade no tempo previsto (deve iniciar)	Tipo de atividade/ trabalho
De emergência	1	Atividade deve iniciar imediatamente	Atividade que tem um impacto imediato na segurança, meio ambiente, qualidade ou encerrará a operação
Urgente	2	Atividade deve iniciar dentro de 24h	Atividade que é provável ter um impacto imediato na segurança, meio ambiente, qualidade ou encerrará a operação
Normal	3	Atividade deve iniciar dentro de 48h	Atividade que é provável impactar a produção dentro de uma semana
Programada	4	Atividade conforme programada	Manutenção preventiva (MP) e rotineira. Atividades todas programadas
Adiável	5	Atividade deve iniciar quando os recursos estão disponíveis ou no período de paragem (sistema, EFM, equipamento, etc.)	Atividade que não tem um impacto imediato na segurança, saúde, meio ambiente ou nas operações de manutenção

2.7 Manutenção e sustentabilidade

Estima-se que 80% dos impactos nas mudanças climáticas causados por edifícios decorrem da fase operacional (Junnila et al., 2003, 2006; Junnila, 2004 citados por Nielsen & Galamba, 2016). Esta fase, em qualquer construção, é importante não só pela quantidade de energia operacional gasta, mas também por outros desafios de sustentabilidade impactantes e que se conectam indiretamente à atividade construtiva, tais como: "consumo de alimentos, diversidade biológica no ambiente construído, saúde, pobreza e uso de recursos não renováveis" (Nielsen & Galamba, 2016).

Quase sempre o foco do ciclo de vida das edificações está na energia, mas há um direcionamento intenso e frequente à fase operacional. Esta fase assume responsabilidade na agenda sustentável nos quesitos de manutenção e reparação do tecido físico do local, cujos recursos baseiam-se em critérios de sustentabilidade e garantem que isso se estenda ao longo da cadeia de suprimentos, com intuito de minimizar e eliminar de forma responsável os resíduos e reduzir a procura de energia (Shah, 2007 citado por Elmualim, Shockley, Valle, Ludlow, & Shah, 2010).

No entendimento de Barton et al. (2002, citados por Elmualim et al., 2010), há um foco na utilização sustentável dos recursos, que defendem o conceito de gestão estratégica de ativos (*strategic asset management – SAM*) como princípio orientador para o uso estratégico dos recursos, que inclui os princípios do desenvolvimento ecologicamente sustentável para atingir os objetivos de qualidade de vida (Elmualim et al., 2010).

Para se ter um parâmetro em termos percentuais, estudos demonstraram (Love e Li, 2010 citados por Islam, Nazifa, & Mohamed, 2019) que a ausência nas questões de manutenção na fase de projeto atribui ao aumento da ocorrência de erros de projeto e, por consequência, levam ao aumento do custo de manutenção na fase de utilização com variação entre 10 e 20% do custo total do projeto. Por outro lado, não se incorporar práticas sustentáveis na fase de projeto contribui com 13,33% nos custos de operação das instalações e serviços de manutenção (Jawdeh; 2013 citado por Islam et al., 2019). É geralmente aceite que o planejamento eficaz das instalações pode reduzir o custo operacional em 10% a 30% (Ganisen et al. 2015 citados por Islam et al., 2019).

De acordo com o exposto, Islam et al. (2019) conclui que a "incorporação adequada de parâmetros sustentáveis é a chave para minimizar os custos de operação e manutenção e aumentar a produtividade, o que, posteriormente, levará a um melhor desempenho do projeto".

Outros parâmetros menos abordados na Gestão da Manutenção são a segurança e a conservação ambiental. Após o gradual aumento no rigor das leis de segurança e ambientais, a manutenção proativa assume um papel cada vez mais crucial, visto que os riscos operacionais e os acidentes maximizam as despesas legais, sendo inaceitável a desatenção a estas questões (Rao BKN, 1996 citado por Kothamasu, Huang, & VerDuin, 2009).

A fase de O&M será tão mais ou menos efetiva, dependendo das premissas da sustentabilidade que se incorporarem nas fases preliminares de projeto e construção. Isto promoverá a harmonia entre os aspetos de gestão e a trilogia sustentável. A conexão entre estes aspetos foi elencada na tese de doutoramento de Olaniyi (2017) apresentada na Tabela 3 com fundamentos na Norma ISO 15392:2019, recentemente alterada.

Tabela 3. Inter-relação entre componentes construtivas sustentáveis nas fases projeto, construção e O&M (Olaniyi, 2017)

Aspetos de Gestão	Projeto	Construção	O&M
Avaliação Pós-ocupacional e divulgação de informação que envolve projeto, planeamento e entrega do edifício em consulta com os atuais e futuros utilizadores e partes interessadas (<i>stakeholders</i>)	X		X
Reduz as fugas de ar nos edifícios	X		
Incorpora o plano de gestão de reciclagem de resíduos	X		X
Envolve inovação de tecnologia, método ou processo que melhorar o desempenho de sustentabilidade do projeto, construção e operação de um edifício	X	X	X
Incorporação de Sistemas de Gestão de Edifícios para controlar ativamente e maximizar a eficácia dos serviços de construção	X	X	X
Estabelece iniciativas legais e contratuais de gestão ambiental integradas dentro do desenvolvimento das estruturas formais de gestão	X		X
Envolve profissionais para auxiliar na integração dos objetivos e processos dos sistemas de avaliação de sustentabilidade através do projeto e construção	X	X	
Contratação de agente de comissionamento independente no que diz respeito a manutenção futura	X	X	X
Envolve o desenvolvimento de iniciativas para educar os ocupantes dos edifícios sobre como as questões de sustentabilidade ocorrem no ambiente de trabalho	X		X
Incentivo às atividades ambientais por parte dos ocupantes	X		X
Guia do usuário do edifício para permitir que os usuários do edifício otimizem o desempenho do edifício	X		X
Envolve iniciativas de comissionamento e entrega que garantem que todos os serviços de construção possam operar com o potencial de projeto ideal	X		X
Envolve um período de responsabilidade por defeitos de 6-12 meses após a conclusão de todas as obras na fase de construção	X		X
Envolve anualmente iniciativas de ajustes de construção para garantir o conforto ótimo dos ocupantes e o desempenho dos serviços energeticamente eficientes	X		X

Certamente, nesta área, os maiores desafios a serem enfrentados neste século estarão associados à plena integração da sustentabilidade nas atividades de manutenção, e efetivamente pôr em prática a teoria tão exaustivamente estudada. Caso se consiga implementar estes aspetos citados na Tabela 3, as organizações estariam noutra patamar, muito mais competitivo, produtivo e lucrativo. Para tal, o

pensamento (*mindset*) dos *stakeholders* necessita ser mudado, somado a uma mudança cultural dentro das empresas.

Conforme as teorias económicas clássicas, a manutenção de ativos é vista como um centro de custos. No entanto, os gestores começaram a perceber a importância dos intangíveis e a reavaliar as operações industriais no que concerne ao valor agregado. Assim, a manutenção passa a ser tratada como um processo com potencial significativo para agregar valor. Esta nova perspectiva é corroborada pela componente da sustentabilidade (Liyanage, Badurdeen, & Ratnayake, 2009).

Em igual direção, M. A. de Oliveira (2017) complementa que na abordagem atual a manutenção é reclassificada como centro de lucro ao invés de despesas, e acrescenta que nos custos com manutenção, paradoxalmente, nem sempre o custo mínimo é considerado o melhor custo. No seu entendimento, é premente as organizações assumirem uma postura estratégica, com planeamento adequado às atividades relacionadas com a aprendizagem das equipas e os recursos operacionais como peças, equipamentos e ferramentas. Para Cabrita e Cardoso (2015) a manutenção industrial já é considerada um centro de lucro, ou seja, uma atividade produtiva e não mais um encargo inútil. Isto já indica um avanço.

2.8 Sistemas informáticos para Gestão da Manutenção

Por vezes, o fraco desempenho da indústria está na ausência de padrões de registo, má gestão das peças sobressalentes e *stocks*, ineficiente implementação de melhorias de manutenção e certos comportamentos erróneos em manutenção, entre outros. Sendo estes um dos principais problemas que afetam as iniciativas na melhoria organizacional e, por consequência, melhoria efetiva da manutenção. "Isto pode ser atribuído à utilização inadequada do CMMS e ao papel mínimo da tecnologia da informação (TI) para resolver problemas relacionados a manutenção" (Ahuja, 2009).

Na Era da informática na qual vivemos, o mundo cada vez mais rende-se às novas tecnologias e inovações. É impossível não estar conectado a estes recursos que facilitam e aumentam a produtividade de pessoas e empresas. Na Engenharia isso torna-se viável através da automação de sistemas, aplicações (APP), ferramentas de controlo de sistemas e outras funcionalidades que dão celeridade, garantem e melhoram a gestão das instalações.

O CAFM (*Computer Aided Facilities Management*) ou gestão de instalações assistida por computador, nada mais é do que a integração entre *hardware* e *software* para gerir diversas funções de FM, como por

exemplo: espaço, projeto, operações de edifícios e a gestão de inventário, trabalho, locação e financeira (Roper & Payant, 2014).

De forma ampla, as ferramentas correntes do sistema CAFM (Pärn, Edwards, & Sing, 2017) são:

- CAD: *Computer Aided Design*;
- IWMS: *Integrated Workplace Management Systems*;
- EAM: *Enterprise Asset Management*;
- CMMS: *Computerised Maintenance Management Systems*.

De entre eles, o CMMS direciona-se sobretudo aos *software* de gestão para a manutenção permitindo aos gestores e supervisores de manutenção acederem a informações sobre equipamentos, mão-de-obra e políticas de manutenção, melhorando a eficácia¹² e o controlo da manutenção (Duffuaa & Haroun, 2009).

Desde a década de 80, o CMMS tem sido o centro das atenções na gestão dos equipamentos e é a chave para alcançar a eficiência da manutenção. O CMMS "deve ser holisticamente implementado para auxiliar na gestão de uma ampla gama de informações sobre mão-de-obra de manutenção, *stock* de peças de reposição, cronogramas de reparos e histórico de equipamentos" (Ahuja, 2009). Para além disto, ele facilita muitas atividades na gestão de ativos que incluem planeamento de ordens de serviço, agilidade no envio de ordens de paragem, gestão global da carga horária da manutenção, acompanhamento de atividades de manutenção, custos, falhas de equipamento e sistemas de controlo de inventário. Pode ainda ser usado para automatizar a função da MP e o controlo da compra de materiais (Ahuja, 2009).

A implementação do CMMS pode contribuir, seriamente, para a melhoria do desempenho organizacional, assegurando uma melhor comunicação e capacidade decisória no âmbito da manutenção. O elo entre informação e comunicação no CMMS proporcionam uma melhor comunicação quanto às necessidades de reparação e prioridades de trabalho, uma relação mais estreita entre manutenção e engenharia, e elevada capacidade de resposta da manutenção (Ahuja, 2009).

Para Gonçalves (2014) o CMMS tem como principal objetivo a organização e a otimização da manutenção. Na sua tese doutoral o autor ainda elenca algumas das suas vantagens:

¹² "Medida em que as atividades planeadas foram realizadas e conseguidos os resultados planeados" ("NP EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e vocabulário," 2005).

- "constituir um auxiliar precioso, não só, na gestão de dados inseridos no sistema, como também na consulta de documentos digitalizados e possíveis de visualizar, mediante uma pesquisa;
- auxiliar a gestão da manutenção no que diz respeito à programação das tarefas com antecedência, no planeamento dos métodos e na garantia dos recursos necessários para as intervenções de manutenção a executar;
- constituir uma ferramenta de apoio a adotar para melhorias práticas na gestão da manutenção em edifícios."

No entanto, este autor reflete que o CMMS está sujeito à parametrização e enquadramento global do sistema de informação. O que demonstra que nem toda organização, atualmente, tem estrutura e nem pode ter acesso a estes recursos tecnológicos. Tal exposição naturalmente acontecerá num futuro não muito distante. Neste contexto, o mercado dispõe de ferramentas CAFM desenvolvidas para Gestão da Manutenção para atender às mais diversas áreas e segmentos. A título de exemplo, listam-se alguns *software* na Tabela 4.

O objetivo desta dissertação não é desenvolver uma metodologia que replique algum destes *software*, até porque a metodologia criada tem como objetivo sobretudo a Gestão da Manutenção mais focada nos sistemas construtivos no âmbito da Engenharia Civil. Para além disto, existem *software* que são desenvolvidos à medida de cada situação específica surge, não se conhecendo um *software* mais aberto para qualquer situação de manutenção de edifícios. Esta pesquisa pretende expor uma visão panorâmica sem o rigor da abordagem destes modelos informáticos. Por fim, estes *software* CAFM são massivamente aplicáveis a diversas áreas do *Facility Management*; tema que será abordado no Capítulo 3 desta investigação.

Tabela 4. *Software* CAFM para Gestão da Manutenção

<i>Software</i>	Tipo	Pais	Empresa	<i>website</i>
Manwinwin software	CMMS	Portugal	Navaltik Management	https://manwinwin.com/pt/pagina-principal/
Infraspeak	CMMS	Portugal	Infraspeak	https://www.infraspeak.com/
nextBitt	CMMS/EAM	Portugal	NextBitt Business Technologies S.A.	http://nextbitt.com/
Valuekeep	CMMS	Portugal	Valuekeep	https://www.valuekeep.com/
Vigie	CMMS	Portugal	Vigie Solutions	https://www.vigiesolutions.com/
Maintsmart	CMMS	USA	MaintSmart Software, Inc.	https://www.maintsmart.com/#
Faciliworks	CMMS	USA	CyberMetrics Corporation	https://faciliworks.com/
GP Mate	EAM	USA	MATE PCS	https://gpmate.com/
ARCHIBUS	IWMS	USA	ARCHIBUS, Inc.	https://archibus.com/
EZOfficeInventory	CMMS	USA	EZ Web Enterprises, Inc.	https://www.ezofficeinventory.com/
UpKeep	CMMS	USA	UpKeep	https://www.onupkeep.com/
Asset Panda	CMMS/EAM	USA	Asset Panda	https://www.assetpanda.com/
Smartsheet	CMMS	USA	Smartsheet, Inc.	https://www.smartsheet.com/
Facilities Management eXpress (FMX)	CMMS	USA	FMX	https://www.gofmx.com/
Maintenance Connection	CMMS	USA	Maintenance Connection, LLC.	https://website.maintenanceconnection.com/
Blue Mountain RAM	EAM	USA	Blue Mountain Quality Resources Inc.	https://www.coolblue.com/
EZ Maintenance	CMMS	USA	Pinacia Inc.	https://www.ez-maintenance.com/
GURU CMMS	CMMS	USA	Cedesta Systems, LLC.	https://www.cedesta.com/
CleanTelligent		USA	CleanTelligent Software	https://www.cleantelligent.com/
CrossForm	CMMS	USA	Mainstream Software Inc.	http://www.mainstreams.com/
AMMS	CMMS/EAM	USA	MicroWest Software, Systems	https://www.microwestsoftware.com/
Utility Cloud	EAM	USA	Utility Cloud	https://www.utilitycloud.us/
Antero CMMS	CMMS	USA	AllMax Software, Inc.	https://www.allmaxsoftware.com/antero-cmms
Benchmate	CMMS	USA	Benchmate Systems, Inc.	https://www.benchmate.com/
CloudSuite EAM	EAM	USA	Infor	https://www.infor.com/
DirectLine	CMMS/EAM	Canadá	Megamation Systems	https://megamation.com/
Maintscape	CMMS	Canadá	GrandRavine Software	https://www.maintscape.com/
Hippo CMMS	CMMS	Canadá	iOFFICE Company	https://www.hippocmms.com/
INTERAL Maintenance	CMMS	Canadá	INTERAL, Inc.	https://www.interal.com/
Fiix	CMMS	Canadá	Fiix, Inc.	https://www.fiixsoftware.com/
Maintenworks	CMMS/EAM	Itália	Maintenworks	http://www.maintenworks.com/
API Pro	EAM	Dinamarca	OPTIWARE	https://optiware.com/
IFS	EAM	Suécia	IFS AB (Industrial and Financial Systems)	https://www.ifs.com/corp/
AMPRO	CMMS	Austrália	AMPRO Applications Pty Ltd	https://www.amproapplications.com.au/
C21	CMMS	Austrália	C21 Systems Pty Ltd	http://www.c21systems.com.au/
CWork	CMMS	Malásia	CWorks Systems Inc.	http://www.cworks.com.my/
comma CMMS	CMMS	Macau	Parafernalia Lda.	https://commacmms.com/site/
Asset Bug	CMMS	*	Unistellar Industries LLC.	https://www.assetbug.com/
Fractal	CMMS/EAM	Chile	Fractal	https://www.fractal.com/en/

Nota: *informação não encontrada

2.9 Síntese do Capítulo

Este Capítulo faz o enquadramento da Gestão da Manutenção. A manutenção – que se insere na gestão técnica dos edifícios – tem como objetivo conservar e melhorar o património para garantir uma maior vida útil do ambiente construído, para além de contribuir para o bom desempenho dos sistemas construtivos e EFM que o compõem. Neste Capítulo ainda se procede a uma contextualização histórica, enfatizando os regulamentos vigentes, nacionais e internacionais, sobre a temática e também são citados outros autores que demonstram as vantagens no quesito manutenibilidade.

Nesse contexto, é interessante apontar as várias filosofias existentes, feitas através da taxonomia apresentada e que descrevem as nuances de cada classificação e a sua possível utilização, todas elas com a finalidade única de reduzir os improvisos, com vista a alcançar a excelência de processos, mitigando as ações corretivas e primando pelas intervenções planeadas que são as ações preventivas e preditivas.

A Engenharia da Manutenção contribui para a gestão dos sistemas e EFM, minimizando os custos da fase operacional – a mais longa no ciclo de vida do edifício – e maximizando a disponibilidade do sistema, fiabilidade, manutenibilidade, bem como a melhoria contínua dos sistemas. Outras mais-valias acrescentadas ao conteúdo deste Capítulo são: evidenciar a importância da programação da manutenção distribuídas nos níveis estratégicos (longo prazo) e tático (médio e curto prazo); demonstrar a relação entre manutenção e sustentabilidade e, por fim, identificar a existência de tecnologias (*software*) que facilitam, controlam e melhoram a Gestão da Manutenção.

CAPÍTULO 3: *FACILITY MANAGEMENT*

Estima-se que numa construção com vida útil de 50 anos as despesas relacionadas com as fases de conceção e de execução representem 20% a 25% dos custos totais, enquanto que as despesas relativas às fases de operação e manutenção representem entre 75% e 85% dos custos totais (Perret 1995 citado por Dores, 2014). Sendo os processos de O&M parte integrante de uma fase mais abrangente, identificada como fase de utilização, que contempla ainda as etapas de reparação, substituição, reabilitação e, inclusive, as utilizações operacionais de energia e água, conforme preconizado na norma europeia EN 15978:2011 (citada por Birgisdóttir & Rasmussen, 2016; CEN, 2011).

No cenário mundial atual e, especialmente em FM, a preocupação sustentável deve ser considerada nas fases preliminares de planeamento do projeto e segue pelas etapas subsequentes, que somadas aos interesses dos utilizadores visarão otimizar os recursos consumidos durante todo o ciclo de vida da construção (Støre-Valen & Buser, 2019). Cada vez mais a sustentabilidade tem-se tornado parte integrante da LCA, tendo em conta que estes custos são capazes de melhorar a eficiência de custos dos projetos de construção e minimizar os custos gerais para proprietários e utilizadores (Islam et al., 2019). Segundo Olaniyi (2017, citado por Islam, Nazifa, & Mohamed, 2019), no Reino Unido (UK) e na indústria da construção, 20% do custo anual com manutenção são provenientes de erros na fase de projeto. Desse modo, quaisquer investigações que procurem mitigar tais desperdícios e/ou custos são de extrema importância para a sociedade, até porque as fases de projeto e operação “são iterativas, evolutivas e inclusivamente vinculadas” (Meng, 2014).

Assim, a atividade de FM surge como alternativa viável na gestão de recursos, quer de forma estratégica, quer operacional (Nutt, 2000 citado por Waheed, 2012) com o intuito de manter as organizações competitivas face às rápidas mudanças globais (Becker, 1990 citado por Waheed, 2012). Em resumo, o FM tem como trilogia a integração de pessoas, processo e espaço. Tal afirmação foi feita em 1982 por David Armstrong e é sintetizada na Figura 12 (“EuroFM,” 2020).

FM não objetiva apenas otimizar custos de funcionamento dos edifícios, mas também aumentar a eficiência da gestão do espaço e dos bens relacionados com as pessoas e os processos, conforme Spedding e Holmes (1994 citados por Olaniyi, 2017). Esta integração estratégica será feita através da utilização de princípios de múltiplas disciplinas da forma mais eficaz possível em termos de custos (Alexander, 1996; Atkin e Brooks, 2005 citados por Olaniyi, 2017).



Figura 12. Trilogia para o FM (Duffy, Bleeker, Alexander e Prodgers, 1984 citados por “EuroFM,” 2020)

Embora não se considere o FM como uma atividade crítica – se comparado a outros setores como elétrico, saneamento, saúde e transporte – bilhões de pessoas em todo o mundo dependem diariamente da fiabilidade das instalações, quer no ambiente de trabalho ou residencial, quer no lazer (Fraser, 2014; Islam et al., 2017).

3.1 FM: surgimento, contextualização histórica e enquadramento

O pesquisador Jan Bröchner (2001; 2010 citado por Waheed, 2012) descreveu que a disciplina de FM remonta ao Império Romano, ainda que numa aproximação "grosseira". Certamente uma das evidências mais antigas no que se refere à construção, manutenção e conservação de edifícios está plasmada no tratado Dez Livros sobre a Arquitetura, escrito pelo arquiteto romano Marcos Vitruvius Polião no século I a.C. que se fundamenta em três princípios básicos: comodidade e função, solidez e beleza. Estes serviram de base à Arquitetura Clássica e tornou-se no mais famoso manual da Antiguidade no que diz respeito à ciência da construção (Calejo Rodrigues, 2001; Leão, 2018; “Wikipedia,” 2020). Ao edificar grandes obras de engenharia como estradas, aquedutos, infraestruturas para esgotos, água potável e viárias em áreas densamente povoadas, os romanos primavam pela manutenção das cidades na vida cotidiana dos cidadãos (L. Z. Campbell, 2017; Leão, 2018).

Embora se afirme que os princípios e práticas do FM reportem às civilizações anteriores à Romana e que estes possam coexistir com a existência humana, todo o pensamento, taxonomia e fenômenos relativos à expressão *Facility Management* são relativamente contemporâneos (L. Z. Campbell, 2017). O conceito do FM admitido atualmente surgiu na década de 60 nos Estados Unidos quando foi evidenciado um crescimento na gestão de escritórios, especialmente nas áreas que concentravam muitas pessoas, como salas de reuniões, e onde os computadores estavam gradualmente a ser inseridos (Olaniyi, 2017). Neste

contexto, o texano Henry Ross Perot tentou "encaixar" computadores na sua empresa *Electronic Data Systems* (EDS) fundada em 1962. Este foi o marco inicial do termo *facilities management* que rapidamente se tornou um novo segmento significativo na indústria de serviços informáticos (Nor, Mohammed, & Alias, 2014; Olaniyi, 2017; Yost, 2017).

Atendendo ao que foi referido, era premente gerir de forma racional os ambientes de trabalho e escritórios de modo a que o *layout* destes os tornasse eficientes e rentáveis. Assim sendo, o âmbito do FM incorporou igualmente sistemas, mobiliário e projeto de escritório (Wiggins, 2010 citado por Olaniyi, 2017).

Em dezembro de 1978, o empresário Herman Miller do segmento de mobiliário modular para escritórios (*Herman Miller Research Corporation*) foi anfitrião de uma conferência nomeada *Facility Influence on Productivity* em Ann Arbor, Michigan (USA), na qual reuniu 40 outros profissionais de igual interesse para "discutir e reconhecer a importância do FM, ainda que numa perspetiva pouco abrangente, na estratégia operacional das empresas" (Dores, 2014; Nor et al., 2014; B. M. P. Silva, 2015). Este foi o primeiro passo para a constituição de uma organização especializada: *The Facility Management Institute* (FMI), fundado em 1979. Nesta altura, não havia organizações focadas em fornecer informações para gerir os ambientes de escritórios (Keane, n.d.; Olaniyi, 2017).

Nesta conferência encontravam-se presentes George Graves da *Texas Eastern Transmission Corporation*, Charles Hitch do *Manufacturer's Bank* de Detroit e David Armstrong da *Michigan State University*, que dois anos depois (maio de 1980) fundaram a *National Facility Management Association* (NFMA) sediada em Ann Arbor, Michigan e em 1981 esta evoluiu para *International Facility Management Association* (IFMA) sediada em Houston, Texas, pois houve a necessidade de associar membros canadenses (Dores, 2014; Keane, n.d.; Maurício, 2011; Nor et al., 2014; Olaniyi, 2017).

Atualmente, a IFMA conta com mais de 24.000 membros espalhadas por mais de 100 países e tem crescido exponencialmente. A associação internacional tem como principal objetivo fornecer apoio à pesquisa e dar oportunidades para gestores de instalações, com intuito no desempenho empresarial das organizações em todo o mundo ("IFMA," 2020).

Em 1991 a IFMA definiu oito áreas de competências para prática do FM: comunicação, finanças, humanas & fatores ambientais, função da instalação (renomeada *a posteriori* para liderança & gestão), operações & manutenção, mercado imobiliário, planeamento & gestão de projetos e avaliação da qualidade & inovação. A área da tecnologia foi acrescentada em 2004 como a nona competência (Keane, n.d.). *Vide* Figura 13.

Em 1992 a IFMA criou um programa de certificação para profissionais de instalações, o CFM (*Certified Facility Manager*) que foi reconhecido mundialmente como a principal certificação para *facilities managers*. O primeiro certificado foi emitido em janeiro de 1993 em Houston (Nor et al., 2014; Keane, n.d.).

Em 2009 a IFMA redefiniu as áreas de competência para um universo de onze. Na verdade, houve o desmembramento da competência de fatores humanos em outras duas, para além do ajuste na nomenclatura de algumas delas, conforme Figura 13. Tais áreas de competência são assim listadas: comunicação, reparação de emergência & continuidade do negócio, gestão ambiental & sustentabilidade, finanças & negócios, fatores humanos, liderança & estratégia, gestão de projetos, operações & manutenção, qualidade, mercado imobiliário & gestão imobiliária e tecnologia (Keane, n.d.).

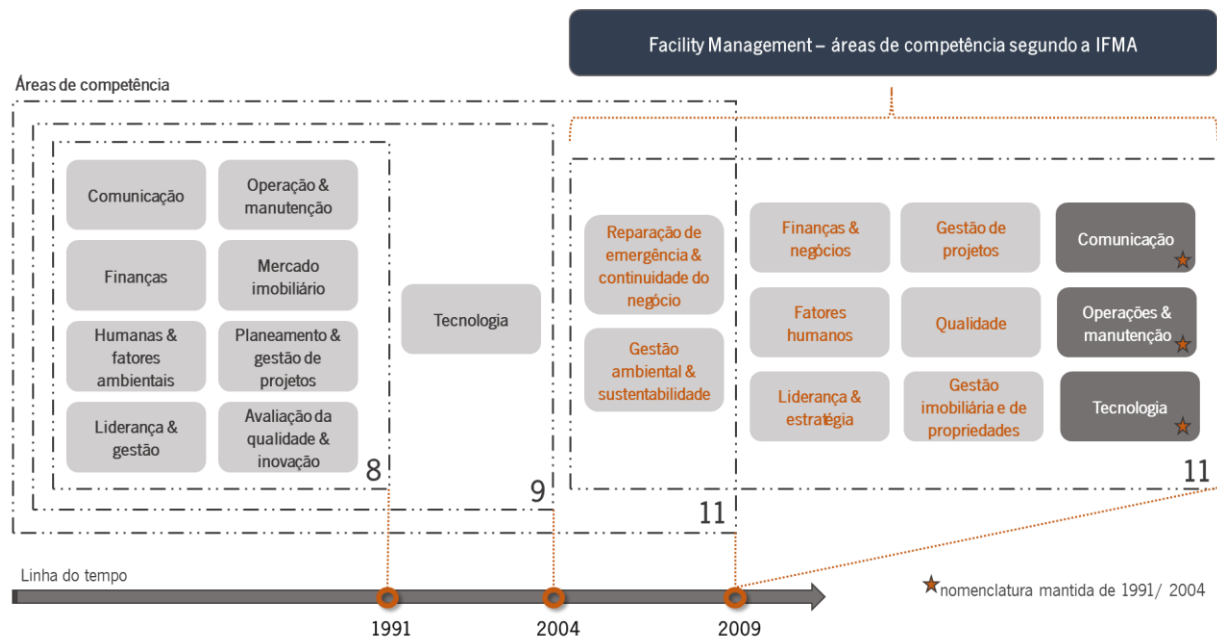


Figura 13. Áreas de competência do *Facility Management*, segundo a IFMA

Entretanto, esta não é uma delimitação fechada, tendo em vista que, dependendo do país, o FM assume outro viés e outros campos de atuação, quer serviços operacionais de edifícios, quer gestão da construção e atividades imobiliárias (Avis, 1995; Thomson, 1990 citados por Chotipanich, 2004). Lista-se na Figura 14 um resumo genérico dos serviços de suporte do FM compilados de outros estudos realizados na década de 90 e elaborados pela investigadora tailandesa Chotipanich (2004) na tentativa de enquadrar teoricamente tais atividades. Estas atividades variam em função da cultura, do objetivo do negócio e da natureza da organização (Schindler, 1998 citado por Chotipanich, 2004).

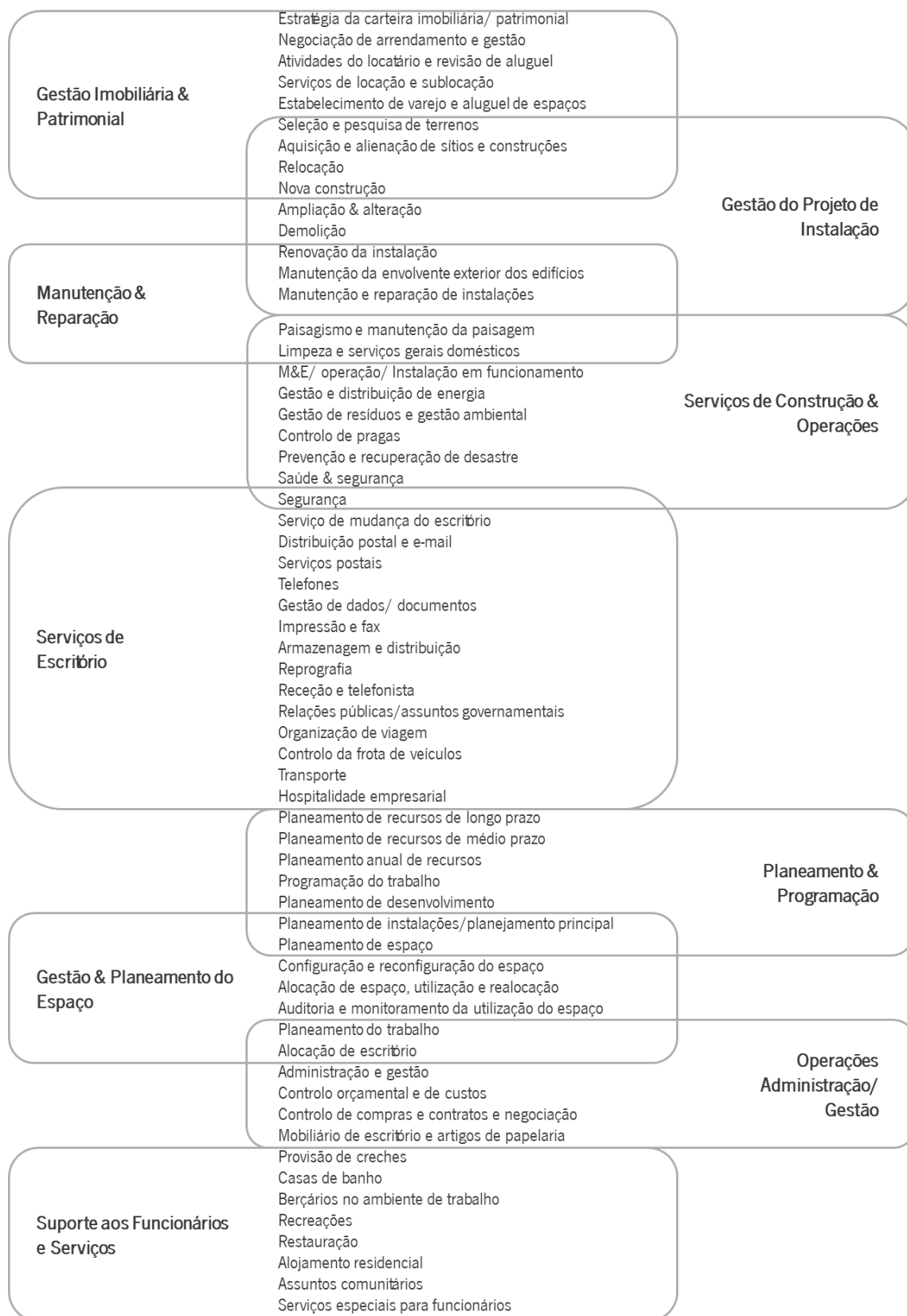


Figura 14. Campos de atuação do FM, segundo Chotipanich (2004)

Em FM não há uma abordagem universal (Atkin e Brooks, 2000; Nutt, 2002a citados por Chotipanich, 2004) nem sequer uma lista genérica a seguir (Barrett, 1995 citado por Chotipanich, 2004). Esta prática

deve adaptar-se aos fatores específicos, contexto e circunstâncias das organizações. Portanto, o equilíbrio nesta prática será sempre o bom senso (Chotipanich, 2004).

O objeto de pesquisa desta dissertação está justamente inserido na área de competência identificada como operações & manutenção.

Para contextualizar, em 1984 o arquiteto britânico Frank Cuthbert Duffy fez uso de alguns conceitos do FM ao projetar escritórios. Desta maneira, iniciaram-se as atividades de FM no continente europeu com a intenção de difundir informação entre os profissionais e trocar experiências, num primeiro momento, apenas com evidências no Reino Unido e Holanda. Em 1987 Bart Bleker organiza na Holanda uma primeira reunião de caráter exploratório para criar uma rede FM europeia. Entretanto, somente em 1993 foi instituída a *European Facility Management Network* (EuroFM), sendo que até ao ano 2002 o FM expandiu-se por cada um dos 27¹³ Estados-membro da União Europeia. Todavia a inserção do FM foi feita com adaptações às culturas locais, línguas, legislações e estruturas de mercado existentes em cada país. Nesse sentido, alguns tenderam para a gestão imobiliária e outros para serviços de suporte ou manutenção (Dores, 2014; "EuroFM," 2020; Nor et al., 2014; Olaniyi, 2017).

A evolução do FM referida acima é corroborada na pesquisa feita por Anna-Lissa (2005 citado por Nor et al., 2014) que

"revelou como diferentes países com diferentes marcos socioeconômicos adotam ao FM. O estudo mostrou as diversas abordagens adotadas pelas sociedades no cultivo da liderança e do crescimento organizacional são diretamente influenciados pelas sociedades e pelo progresso histórico socioeconômico. Cada país tem a sua própria cultura, tipo de organização e liderança resultando em diferentes níveis de *Facilities Management* em diferentes fases de desenvolvimento."

Sendo assim, a cultura e a história são decisivas na definição e percepção de como os negócios necessitam de ser tratados (Nor et al., 2014). Justificam-se as diferentes abordagens em cada país onde o FM foi sendo implementado. E pode-se deduzir que não há uniformidade nem supremacia neste quesito. Exemplifica-se, sucintamente, as diferenças de pensamento entre os Estados Unidos e Reino Unido. O pensamento americano do FM é mais direcionado para os processos, já que o foco é o planejamento e a coordenação de atividades. A vantagem é a existência de detalhe nos processos de trabalho visando facilitar a monitorização e auditoria, mas a desvantagem desta abordagem é que ela não é focada no ser humano e pode ser entendida como um modelo facultativo a ser seguindo socialmente. Já o pensamento britânico do FM leva em consideração as emoções e sentimentos das

13 Havia 28 Estados-membros na União Europeia com o ingresso da Croácia na UE em julho de 2013. Porém, o Reino Unido saiu oficialmente da EU em 31 de janeiro de 2020.

pessoas, isto é, o bem-estar, o que é significativo na promoção da alta produtividade e, conseqüentemente, na eficiência do funcionamento da organização (Nor et al., 2014).

Na Tabela 5 é possível observar as principais Associações, Instituições e Federações sobre FM existentes no mundo.

Tabela 5. Principais Associações sobre *Facility Management* no mundo

Acronímico	Nome da Associação/ Instituição/ Federação	País	Ano de fundação	Website
IFMA*	International Facility Management Association	USA	1980	https://www.ifma.org
IFMA Toronto Chapter	IFMA Toronto & South Central Region	Canadá	1981	https://www.ifma-toronto.org
JFMA	Japan Facility Management Association	Japão	1987	http://www.jfma.or.jp/en
EuroFM*	European Facility Management Network	Europa (sede Holanda)	1987 ¹	https://www.eurofm.org
GFMA	German Facility Management Association	Alemanha	1989	https://www.gefma.de
DFM	Dansk Facilities Management	Dinamarca	1991	https://www.dfm-net.dk
ARSEG*	Association des Directeurs et Responsables de Services Généraux	França	1991 ³	https://www.arseg.asso.fr
FMA*	Facility Management Association of Australia	Austrália	1993	https://www.fma.com.au
IWFM*	Institute of Workplace and Facilities Management	Reino Unido	1993	http://www.iwfm.org.uk
BIFM*	British Institute of Facilities Management	Reino Unido	1993	https://www.bifm.org.uk
FIFMA	Finnish Facility Management Association	Finlândia	1993	http://www.fifma.org
NEFMA	Facility Management Netherland	Holanda	1995	https://www.fmn.nl
APFM	Association of Property and Facility Managers	Singapura	1995	http://www.apfm.org.sg
IFMA Nigerian Chapter	International Facility Management Association Nigerian Chapter	Nigéria	1995	https://www.ifmanigeria.org
FMA	Facility Management Áustria	Áustria	1995	https://www.fma.or.at
IFMA Suíça	International Facility Management Association Switzerland	Suíça	1997	https://www.ifma.ch
SAFMA*	South African Facilities Management Association	África do Sul	1998	https://www.safma.co.za
MFS	Maintenance and Facility Management Society of Switzerland	Suíça	1998	http://www.fmswiss.ch
HKIFM	Hong Kong Institute of Facility Management	Hong Kong	1999	http://www.hkifm.org.hk
ABRAFAC*	Associação Brasileira de Facilities	Brasil	2004	https://www.abrafac.org.br
HFMS*	Hungarian Facility Management Society	Hungria	2005	http://www.hfms.org.hu/web
APFM	Associação Portuguesa de Facility Management	Portugal	2006	http://apfm.pt
FMANZ*	Facilities Management Association of New Zealand	Nova Zelândia	2008	https://www.fmanz.org
BGFMA	Bulgarian Facility Management Association	Bulgária	2008	http://www.bgfma.bg
IPFMA	Irish Property & Facility Management Association	Irlanda	2008	www.ipfma.com
ROFMA	Romanian Facility Management Association	Romênia	2009	https://www.rofma.ro
MEFMA*	Middle East Facility Management Association	Dubai	2009	http://mefma.org
NAFAM	National Assets and Facilities Management	Malásia	²	https://nafam.org.my
Global FM	Global Facility Management Association	Internacional (sede Austrália)	²	https://globalfm.org
AIFMI	Alliance of Infrastructure and Facility Managers of Índia	Índia	²	https://aifmi.wordpress.com

Notas:

* fazem parte da Global FM (*Global Facility Management Association*) que é uma federação mundial.

¹ ano da primeira reunião para criação da associação. A EuroFM foi oficialmente registrada em 1993.

² informação não encontrada.

³ A ARSEG foi criada em 1975, porém somente em 1991 teve a abertura aos membros associados. Fonte: <https://www.arseg.asso.fr/page/notre-histoire>.

A EuroFM é subdividida em quatro grandes grupos que se reúnem, no mínimo, duas vezes por ano para partilhar as melhores práticas e avançar no conhecimento do FM na Europa, sendo eles os seguintes:

- *Practice Network Group* (PNG): tem como objetivo melhorar o desempenho das organizações

comerciais e ajudá-las a tornarem-se mais produtivas, eficazes e criativas no que respeita às atividades de implementação do FM;

- *Research Network Group* (RNG): visa ser o principal centro internacional de base de conhecimento do FM na Europa, através da realização de projetos de investigação relacionados com o FM;
- *Education Network Group* (ENG): voltado para o campo educacional e para formações relacionadas com a profissão do FM. Composta por professores, estudantes e membros da EuroFM;
- *Corporate Associates Network Group* (CANG): constitui a organização comercial nacional e internacional (“EuroFM,” 2020).

De acordo com Price (2006 citado por Nor et al., 2014) na literatura profissional americana havia em 1980 uma distinção clara entre o significado das terminologias escritas no singular e plural. Assim sendo, *facilities management* referia-se a *outsourcing*, sobretudo para serviços ligados à informática, além de outros serviços de escritório, enquanto que, *facility management* referia-se ao local de trabalho. Atualmente, ambas as expressões são sinónimas e bastante pesquisadas no meio académico. Apresentam-se alguns números na Tabela 6. Algumas plataformas como o RepositóriUM da Universidade do Minho e *Scopus*, não fazem distinção na pesquisa pelos termos. Esta pesquisa foi meramente despretensiosa e não teve carácter investigativo, mas apenas a intenção de mostrar se havia distinção entre as expressões e evidenciar qual dos termos sobressaía-se na pesquisa.

Tabela 6. Resultado da pesquisa para *facility management* e *facilities management*

Portais académicos	<i>Facility Management</i>	<i>Facilities Management</i>	Website
Google Scholar	4.840.000 resultados	3.590.000 resultados	https://scholar.google.com/
ScienceDirect	239.003 resultados	337.286 resultados	https://www.sciencedirect.com/
Portal b-on	2.605.100 resultados	4.073 resultados	https://www.b-on.pt/
RCAAP (Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal)	543 resultados	1.741 resultados	https://www.rcaap.pt/
OpenAIRE	11.195 resultados	22.545 resultados	https://www.openaire.eu/
Dart Europe	304 resultados	628 resultados	http://www.dart-europe.eu/
RepositóriUM	13.416 resultados		http://repositorium.sdum.uminho.pt/
Scopus	141.868 resultados		https://www.scopus.com/
Emerald Insigh	64.093 resultados		https://www.emerald.com/

Nota: pesquisa realizada em: 02/02/2020

Desde 2004 há uma tendência maior em todo o mundo pela pesquisa do termo no singular, conforme evidenciado pelo Google Trends (“Google Trends,” 2020) mostrado na Figura 15.



Figura 15. Comparação da pesquisa entre termos *facility management* e *facilities management* (“Google Trends,” 2020)

3.2 Enquadramento normativo e definição de FM

O Comitê Técnico CEN/TC 348 estabelece as Normas Europeias para *Facility Management* e atualmente vigoram oito publicações assim descritas em texto original:

EN ISO 41001:2018 – Facility Management – Management systems – Requirements with guidance for use (ISO 41001:2018)

EN ISO 41011:2018 – Facility Management – Vocabulary (ISO 41011:2017) (substitui a EN 15211-1:2006)

EN ISO 41012:2017 – Facility management – Guidance on strategic sourcing and the development of agreements (ISO 41012:2017) (substitui a EN 15211-2:2006)

EN 15221-3:2011 – Facility Management – Part 3: Guidance on quality in Facility Management

EN 15221-4:2011 – Facility Management – Part 4: Taxonomy, Classification and Structures in Facility Management

EN 15221-5:2011 – Facility Management – Part 5: Guidance on Facility Management processes

EN 15221-6:2011 – Facility Management – Part 6: Area and Space Measurement in Facility Management

EN 15221-7:2012 – Facility Management – Part 7: Guidelines for Performance Benchmarking (CEN, 2020b).

Até à data, neste mesmo comitê estão a ser desenvolvidas mais duas normas com os seguintes títulos e *status*:

prEN ISO 41014 – Facility management - Development of facility management strategy (ISO/DIS 41014:2020) (em fase de aprovação)

prEN ISO 41015 – Facility management - Influencing behaviours for improved facility outcomes and user experience (em elaboração) (CEN, 2020b).

A *International Organization for Standardization* (ISO) por intermédio do comité técnico ISO/TC 267 publicou a Norma ISO/TR 41013:2017 – *Facility management – Scope, key concepts and benefits* que trata do âmbito, conceitos-chave e benefícios da gestão de instalações, bem como fornece um contexto para a utilização e aplicação dos termos definidos na ISO 41011.

A ISO publicou outras duas normas que tratam da auditoria e certificação vinculadas à gestão de sistemas. Ambas aprovadas pelo comité de avaliação de conformidade ISO/CASCO, sendo estas:

ISO/IEC 17021-1:2015 – Conformity assessment— Requirements for bodies providing audit and certification of management systems – Part 1: Requirements

ISO/IEC TS 17021-11:2008 – Conformity assessment – Requirements for bodies providing audit and certification of management systems – Part 11: Competence requirements for auditing and certification of facility management (FM) management systems ("ISO," 2020).

Em relação as Comissões de Trabalho do CIB, a W070 (*Facilities Management and Maintenance*) trata, exclusivamente sobre o universo do FM e manutenção. Alguns objetivos propostos por esta comissão são:

- "promover uma compreensão mais profunda de como o ambiente construído influencia o comportamento humano, a saúde e a produtividade organizacional;
- promover o valor estratégico e operacional da gestão de instalações e da manutenção de ativos para fazer face aos desafios empresariais emergentes;
- divulgar os resultados dos trabalhos de investigação sobre gestão de instalações e gestão de ativos a um público mais vasto" ("CIB," 2020).

Segundo o plano de negócios CEN/TC 348 que estabeleceu o primeiro conjunto de Normas 15221 em 2006, *Facility Management* é definido como a "integração de processos dentro de uma organização para manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia das atividades primárias" (*Business Plan CEN/TC 348 Facility Management*, 2006).

O conceito de FM foi sendo desenvolvido ao longo das últimas décadas. É necessário entender o conceito subjacente dos termos individualizados. O termo *facilities* na esfera empresarial refere-se às instalações e/ou serviços essenciais que suportam e facilitam a atividade empresarial (Bernard William, 1994 citado por Nor et al., 2014), enquanto que o termo *management* refere-se ao ato, arte ou forma de gerir, ou manipular, controlar, dirigir, conforme definido por *Webster's New World College Dictionary* (citado por Nor et al., 2014).

Campbell (2017) referencia outros autores (Coenen & von Felten, 2014; Davies, 2011; Hall, 1966; McLennan, 2004; Prodgers, 2009) que definem FM como a capacidade de satisfazer as exigências e resolver os problemas das pessoas num contexto organizacional, geralmente sob restrições financeiras.

A IFMA define “FM como uma profissão que engloba múltiplas disciplinas para assegurar a funcionalidade do ambiente construído, integrando pessoas, lugar, processo e tecnologia” (“IFMA,” 2020). Em igual direção outros investigadores (Islam et al., 2017) definem FM como uma profissão multidisciplinar ou transdisciplinar que se relaciona com outras áreas do conhecimento, tais como: engenharia, arquitetura, *design*, contabilidade, finanças, planeamento espacial & gestão e ciência comportamental. Como disciplina profissional amadurecida o FM adequa-se perfeitamente aos segmentos comercial, industrial e governamental com contributos nos aspetos financeiros, operacionais, laborais e ambientais das organizações (*Business Plan ISO/TC 267 Facility Management*, 2017).

"A prática do FM tem um olhar positivo para o futuro e para as possíveis medidas para mudar a forma como os serviços são prestados. Proporciona uma compreensão do quadro legal, processual e contratual, e é uma estrutura que reconhece perspetivas alternativas – FM como disciplina, FM como profissão e FM como mercado" (Alexander, 2003).

Na tentativa de posicionar o *Facility Management*, Chotipanich (2004) publicou um estudo onde compilou o pensamento de vários outros investigadores acerca dos fatores que influenciam a prática do FM, conforme se pode observar na Figura 16. Ele sintetizou estes pensamentos em dois grandes fatores: internos e externos. Estes encontram-se detalhados na Figura 17. Segundo Katchamart (2013), estes fatores representam características de comportamento na tomada de decisões, bem como referem-se aos *stakeholders* que primeiro envolver-se-ão na tomada de decisão deste processo. Outro fator interno determinante são as capacidades específicas relacionadas ao FM. Estas podem ser consideradas como valor agregado para as organizações e ter um contributo distinto para as mesmas.

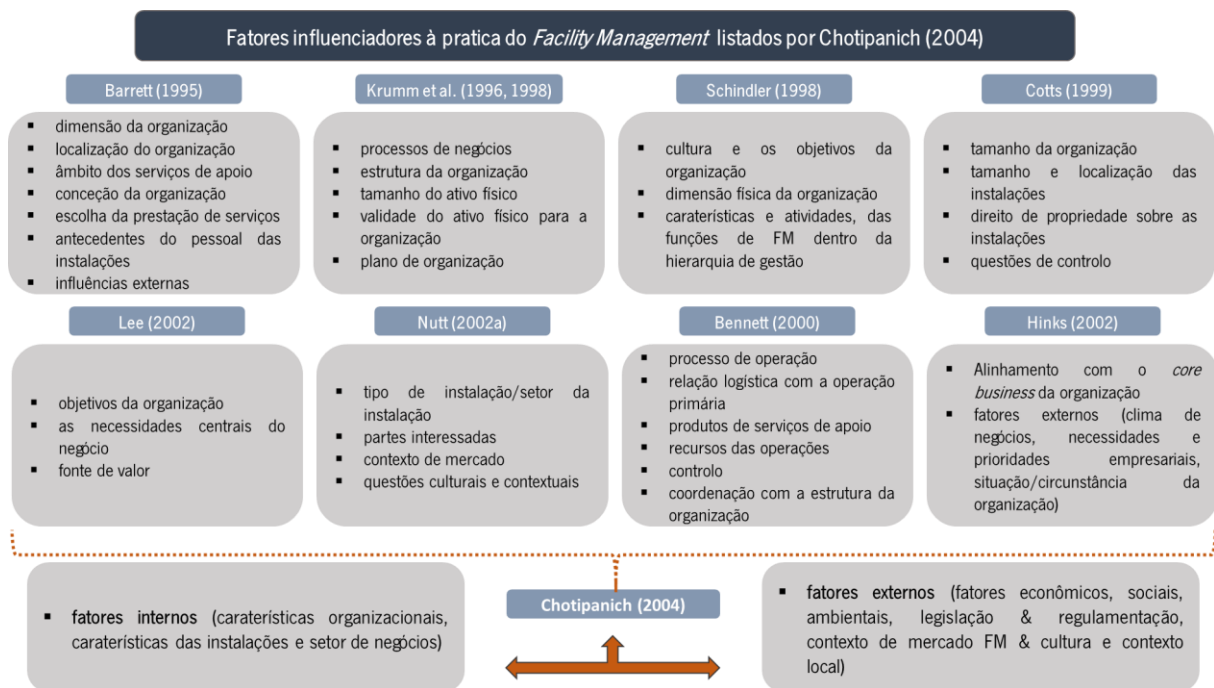


Figura 16. Fatores influenciadores à prática do *Facility Management*, segundo Chotipanich (2004)

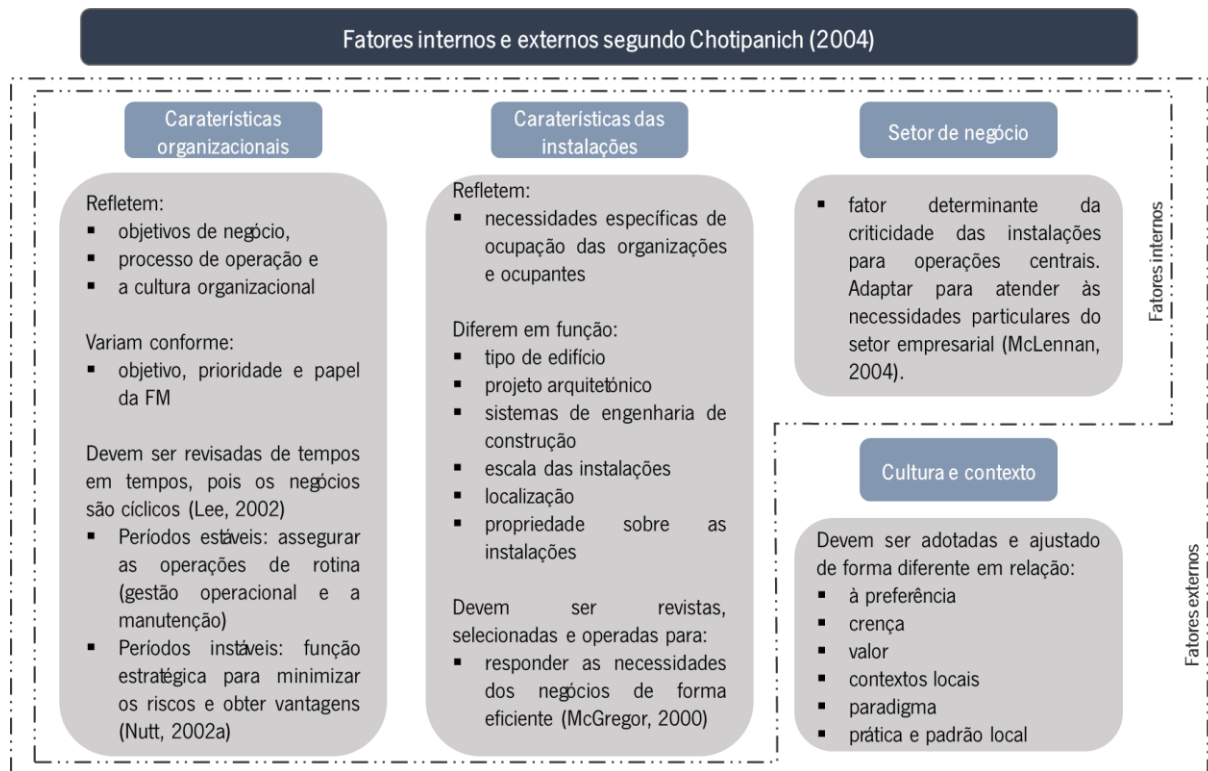


Figura 17. Fatores internos e externos, segundo Chotipanich (2004)

Há alguns anos, vários gestores empresariais entendiam o FM como sendo um mal necessário (Fraser, 2014). Atualmente, o entendimento sobre FM tem evoluído e tem sido alterado para uma visão estratégica em todos os tipos de organizações. Alguns atributos do pensamento *Lean Construction* como *just-in-time* e qualidade maximizam a operação de serviços de instalações nos edifícios e são de vital importância (Fraser, 2014). Pelo contrário, o custo operacional do edifício pode ser aumentado e pode até mesmo reduzir a expectativa de vida caso não haja um plano de manutenção eficaz. Na economia recente, muitas organizações têm procurado adotar abordagens efetivas e reativas em vez das estratégias tradicionais de FM (Islam et al., 2017).

Embora possa haver um equívoco em considerar como sinônimas as atividades de gestão da manutenção (*maintenance management*) e gestão das instalações (*facilities management*), elas são atividades distintas, conforme definidas por Alexander (2003) e representadas na Figura 18. A primeira preocupa-se sobretudo com a deterioração física do ativo, isto é, visa restabelecer o *status quo* da edificação, enquanto que o FM se direciona para atender às exigências funcionais e tecnológicas do ambiente construído.

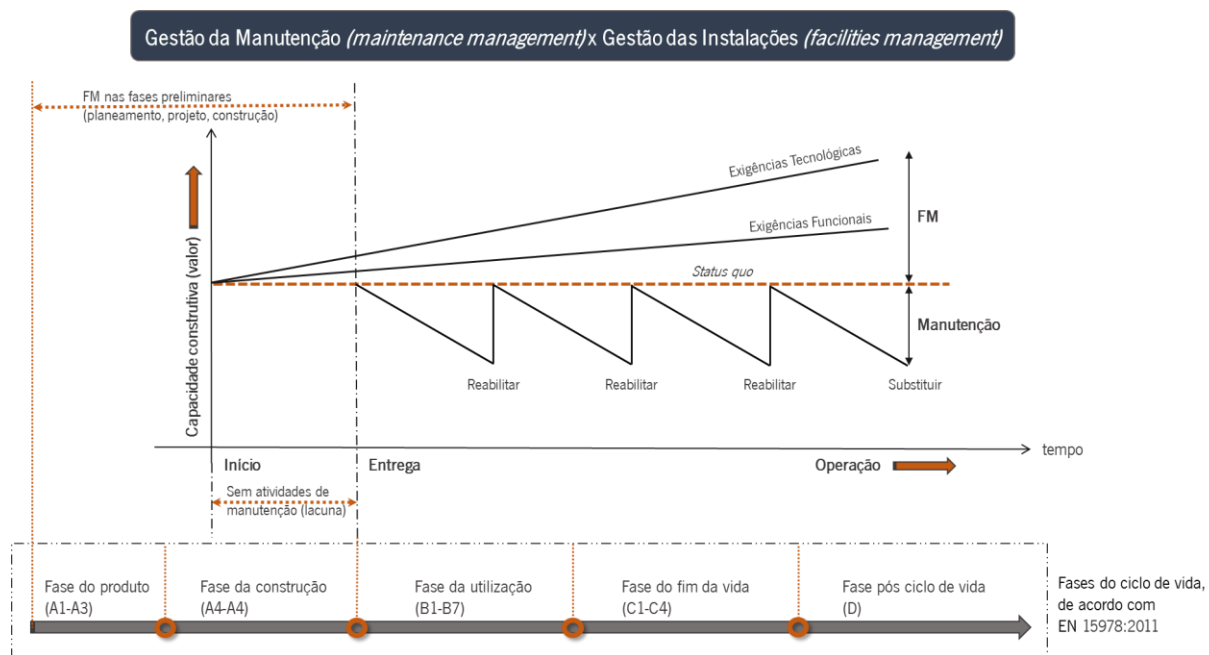


Figura 18. Diferença entre gestão da manutenção e gestão das instalações (com adaptações de Alexander, 2003; Birgisdóttir & Rasmussen, 2016; CEN, 2011)

Importa salientar que, em FM o edifício pode ser adaptado para se adequar ao objetivo dos seus utilizadores, otimizando os seus recursos durante o ciclo de vida (Støre-Valen & Buser, 2019) conforme é definido pela EN 15978:2011 (CEN, 2011). O FM abrange inclusive as fases mais preliminares do projeto, mesmo antes da edificação ser entregue poderão haver preocupações em atendimento as exigências funcionais e tecnológicas; enquanto que a manutenção inicia sua atividade somente após a edificação ser colocada em serviço, na fase de utilização do ativo (Alexander, 2003). A manutenção, enquanto atividade originalmente periférica, é atualmente o foco central da gestão. Nos últimos 15 a 20 anos, este entendimento tem vindo a ser substituído progressivamente por um reconhecimento da atividade de manutenção como um elemento da estratégia da organização (Fraser, 2014).

A intenção desta subsecção é descrever em breves linhas alguns conceitos e visões sobre o FM. Não se pretende esgotar esta definição nem sequer listar a maioria dos conceitos existentes. Entre as referências pesquisadas, a definição de FM é exaustivamente estudada. As demais subsecções, apresentam outros aspetos interessantes e complementares do universo no qual se insere o FM.

3.3 Outsourcing

Desde o seu surgimento, o FM tem evoluído ao longo das décadas. Parte da doutrina evidencia a existência de quatro gerações, cada uma a contemplar especificidades próprias no que concerne às

atividades e níveis organizacionais, conforme a Figura 19 (Alexander, 2009; Baaki, Baharum, & Ali, 2016; Islam et al., 2017).

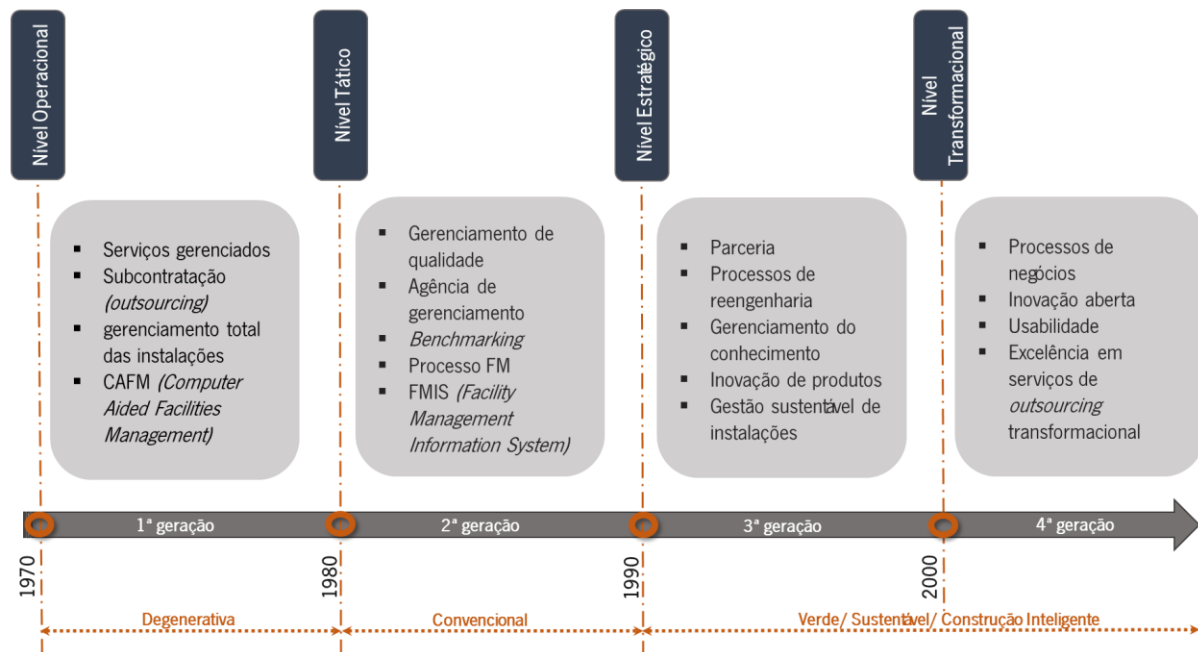


Figura 19. Evolução do FM (Alexander, 2009) com adaptações (Islam et al., 2019; Plaut, Dunbar, Wackerman, & Hodgin, 2012)

Uma das características referidas na quarta geração do FM é a prática do *outsourcing*. O *outsourcing* transformacional é a forma mais desenvolvida de cooperação com o prestador de serviços no regime de *outsourcing*. O serviço realizado pelo subcontratado envolve o redesenho radical de formas de implementação de tarefas “terceirizadas”, resultando em grandes melhorias nos processos da empresa. Este tipo de *outsourcing* foi apresentado no trabalho de D. Brown, S. Wilson e J.C. Linder e propõe: alcançar resultados à curto prazo, permite melhorias incrementais, sustentáveis e significativas nos resultados de toda a operação. É de extrema importância envolver todos os funcionários nesta cooperação com o objetivo de que as melhorias sejam alcançadas (“CEOpedia Management online,” 2020).

Esta evolução na abordagem do *Facility Management* e, conseqüentemente, mudança de paradigma fica clara na citação “do compartimento das caldeiras para a sala da direção”¹⁴ e mostrar como as atividades de gestão das instalações têm assumido outra direção que tende para o incremento da sustentabilidade (Islam et al., 2017).

14 Tradução livre da expressão original em inglês “the boiler room to the board room” (Rondeau, Brown, and Lapidés, 2012 citados por Islam et al., 2017).

O termo *outsourcing* é formado pela junção das três palavras em inglês: OUTside + reSOURCE + usING (Vetráková, Potkány, & Hitka, 2013), cuja expressão é corrente no ambiente comercial americano e significa a utilização de serviços externos. Segundo os supracitados autores, o avanço no desenvolvimento desta prática – na perspectiva da teoria econômica – pode ser atribuído a obras de R. H. Coase (publicado em 1937) e O. E. Williamson (publicado em 1961). Para R. Coase, somente se pode alcançar a alocação eficiente de recursos em economia, se os direitos de propriedade forem bem especificados e depois efetivamente aplicáveis a um custo muito baixo para a negociação (Vetráková et al., 2013).

Outsourcing representa uma nova forma de racionalização das atividades empresariais, o que significa submeter atividades internas, geralmente não ligadas ao foco principal de atividade da empresa, a assuntos externos (Vetráková et al., 2013). Por outras palavras, “outsourcing é a transferência de atividades internas da empresa e a sua entrega a uma empresa prestadora de serviços que realiza o serviço numa data e preço acordados” (Sá, 2016).

"Prioriza-se por transferir a atividade que não faz parte do *core business* da organização de modo a obter vantagens competitivas, redução de custos operacionais, execução de serviços e/ou atividades mais eficientes em comparação ao executado por equipas *in-house*, justificado pelo grau de especialização envolvido na atividade subcontratada. Desta maneira, a organização poderá focar exclusivamente no bom desempenho das atividades que lhe são essenciais" (M. M. F. de Oliveira & Correia, 2020).

Tal subcontratação é vantajosa especialmente em grandes organizações, como afirmou Timothy Maechling (citado por Kurdi et al., 2011). Entretanto, o prestador de serviços contratado deve ter as habilitações necessárias para prestar a atividade com razoável fiabilidade, certeza, melhor custo-benefício e desempenho dentro do prazo (Kurdi et al., 2011). Para além disso, o *outsourcing* enfatiza o valor agregado às atividades primárias. Ele torna-se parte vital nas organizações com foco no “*value for Money*”, ou seja, combinação de custo e qualidade dos serviços de instalações e a comparação entre eles, definida como *benchmarking* (*Business Plan CEN/TC 348 Facility Management*, 2006).

Atualmente, o *outsourcing* é utilizado mundialmente como uma ferramenta de gestão estratégica de negócios, visto que contribui na otimização do consumo dos recursos. Alguns dos serviços subcontratados com frequência estão ligados à área dos sistemas de informação/ tecnologias de informação (TI), infraestrutura de TI, aplicações de suporte técnico, *hardware*, *software*, administração de dados, alojamento de *websites*, desenvolvimento de aplicações (APP) para processos de negócio, serviços de *help desk* (suporte a clientes), *networking*, serviços de comunicação, operações de *data centres*, entre outros. Para além dos referidos, podem ainda ser identificados os serviços de

contabilidade, serviços de limpeza, restauração, imobiliário e segurança, recursos humanos, ecologia e meio ambiente, logística, ciência e atividades de investigação (Vetráková et al., 2013).

Há três grandes categorias que servem como razões à prática do *outsourcing*: custo, estratégia e políticas. Em geral, as duas primeiras impulsionam a subcontratação pela indústria privada, enquanto que as agendas políticas impulsionam a subcontratação por meio das organizações públicas (Kakabadse e Kakabadse citados por Kurdi et al., 2011). As organizações privadas e públicas esperam benefícios desta “externalização”. Naturalmente, organizações em circunstâncias diferentes esperam benefícios diferentes (Kurdi et al., 2011). A implementação desta subcontratação em FM dependerá de um projeto de alta qualidade visando a garantia dos serviços. Os benefícios económicos e não-económicos ainda assumem um viés “aberto” no *outsourcing*. Cabe à organização assumir os riscos e decidir livremente no caso da contratação (Vetráková et al., 2013). Neste processo de decisão de contratação, três fatores devem ser considerados: nível de controlo pretendido, nível de serviço desejado e a capacidade de resposta (Cotts et al., 2010 citados por Dores, 2014).

No que se refere à decisão para adotar ou não o *outsourcing*, convém, antes de delegar responsabilidade a empresas subcontratadas, questionar sobre:

- "A atividade ou serviço existente sofre de problemas intratáveis ou de oportunidades perdidas que são difíceis de corrigir internamente?
- A estrutura básica da atividade está bem definida?
- O processo de outsourcing irá identificar termos e condições sob os quais uma atividade subcontratada oferece uma melhor combinação de serviço, qualidade e custo, do que se for feito in-house?" (J. D. Campbell, 1995).

Um dos argumentos favoráveis ao *outsourcing* em FM é o grau de especialização da atividade a ser subcontratada. Cita-se como exemplo a legislação ambiental de saúde e segurança nos EUA e na Europa, que torna cada vez mais insustentável dispor de pessoal interno com conhecimentos suficientes e que dominem todas as áreas desta legislação. A Diretiva da UE 90/270/EEC¹⁵ que “estabelece os requisitos mínimos de segurança e saúde para o trabalho com equipamentos dotados de ecrã” é um dos casos em questão. Ela mostra com clareza, que a natureza detalhada deste tipo de legislação é requisito para um nível considerável de conhecimento técnico e jurídico para gerir o local de trabalho do futuro (Alexander, 2003). Para um prestador de serviços em FM a boa imagem corporativa representa vantagens competitivas, satisfação do cliente e oportunidades de negócios futuros (Meng, 2014).

15 Diretiva estipulada em 29 de maio de 1990 pela *European Agency for Safety and Health at Work*. Fonte: <https://osha.europa.eu/en/legislation/directives/5> Acedido em 27 de janeiro de 2020.

A Figura 20 compila as principais vantagens e desvantagens entre *outsourcing* e *in-house* em *Facility Management*.

	<i>Outsourcing</i>	<i>In-house</i>
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concentração e foco nas atividades essenciais (<i>core business</i>) das organizações; ▪ Possibilidade de contratação de profissionais e/ou empresas de alta qualificação, especialidade e <i>know-how</i> em seus serviços; ▪ Aumento na eficiência e produtividade dos serviços <i>non-core</i> das organizações; ▪ Agilidade nas operações empresariais subcontratadas; ▪ Economia em tempo, esforço, mão-de-obra, custos operacionais e custos com treinos, entre outros (otimização no consumo dos recursos); ▪ Menos complicações, custos totais reduzidos, trabalho melhor e mais rápido, maior flexibilidade para adotar novas tecnologias, equipamentos/ ferramentas mais especializados e maior foco em questões estratégicas de gestão de ativos (Watson, 1998 citado por Al-Turki, 2009; Campbell, 1995). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Perspetiva de crescimento de carreira interna; ▪ Baseados na análise financeira, os resultados de longo prazo geralmente respondem melhor nesta modalidade de contratação (Kurdi et al., 2011); ▪ Maior liberdade no desempenho interno das atividades. Pois não há a preocupação na tomada de decisões baseadas em como elas afetariam os empregadores (subcontratados); ▪ O aprimoramento dos funcionários está diretamente ligado à satisfação do cliente.
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ameaça à segurança e fiabilidade das informações. Fragilidade na confidencialidade de dados das organizações, especialmente em relação à serviços de processamento de salários, pagamento de impostos, contabilidade, entre outros; ▪ Possibilidade de custos ocultos e despesas legais decorrentes da assinaturas de contratos e delonga na assinatura destes termos contratuais (Kurdi et al., 2011); ▪ Falta de exclusividade na prestação dos serviços. Por exemplo: serviços de restauração, limpeza, etc.; ▪ Existência de riscos potenciais: perda de competências críticas; perda de comunicações interfuncionais e perda de controlo sobre um fornecedor (Al-Turki, 2009). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Escopo mal definido inevitavelmente produzirá problemas na gestão de serviços, com aumento nos custos de supervisão e insatisfação dos clientes; ▪ Dificuldade na medição de desempenho dos funcionários por falta de definição precisa das responsabilidades e funções da equipa interna; ▪ Fraqueza de um nível consistente na manutenção dos serviços externos ao longo do tempo; ▪ Ameaças de complacência que é facilmente identificada pelos clientes (Atkin e Brooks citados por Kurdi et al., 2011)

Figura 20. Comparativo entre *outsourcing* e *in-house*, com adaptações (Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic & Ait-Kadi, 2009; Kurdi et al., 2011)

Para Ben-Daya, Duffuaa, Raouf, Knezevic e Ait-Kadi (2009) os custos envolvidos nos serviços *in-house* incluem desenvolvimento de pessoal, investimento em infraestrutura e gestão de despesas gerais. Por outro lado, os custos envolvidos no *outsourcing* incluem os custos com pesquisa, contratação, controlo e monitorização.

Em termos de subcontratação, descreve-se um escopo genérico e sucinto do processo de implementação do *outsourcing* elaborado por Vetráková et al. (2013) e baseado na norma ISO 10006:2017 - *Quality management – Guidelines for quality management in projects* ("ISO," 2020). A saber:

- análise das áreas identificadas em *Facility Management* que serão subcontratadas,
- definição dos requisitos para o(s) fornecedor(es),
- seleção do(s) fornecedor(es),
- termos e condições para estabelecer a relação entre contratantes,
- gestão da fase de transição da relação entre contratantes.

O tempo para implementação deste processo de *outsourcing* dependerá de vários fatores. Porém, pode-se considerar um tempo plausível de poucos meses a um ano, para além de ser necessário considerar os seguintes riscos desta prática: perda de controlo sobre a atividade, possibilidade de uma orientação externa para os seus próprios alvos, quebra de contrato por parte do fornecedor (Vetráková et al., 2013).

O contrato deve contemplar os tópicos mínimos como: definição das partes, objeto do contrato, cláusula sobre a transferência de responsabilidade, vigência do contrato, como alterar o conteúdo do contrato e modo de rescisão da relação contratual (Vetráková et al., 2013).

J. D. Campbell (1995) orienta no sentido de, onde o tempo de atividade, a capacidade e precisão dos equipamentos forem críticos, as empresas devessem considerar a possibilidade da subcontratação (*outsourcing*) das atividades de manutenção. Assim, muitas empresas japonesas renderam-se ao *outsourcing* na tentativa de melhorar a eficiência e a qualidade dos seus próprios processos. A *Ford Motor Company* descobriu que muitas práticas de qualidade dos funcionários internos não se aproximavam em nada quando comparadas com a prática dos subcontratados, assim que iniciou estudos mundiais de *benchmarking* de 400 submontagens para a nova linha Taurus-Sable (Quinn & Hilmer, 1994). Além disso, pesquisas passadas mostram que, na América do Norte, 35% das empresas pesquisadas afirmaram que "terceirizam" parte da sua manutenção (J. D. Campbell, 1995).

3.4 FM como ferramenta para agregar valor às organizações

Durante o ciclo de vida de uma construção, a fase mais crítica na esfera ambiental é, sem dúvida, a fase de operação, pois é a mais longa e a que sofrerá os maiores impactes decorrentes dos serviços operacionais do edifício. Portanto, seria prudente que todas as construções pudessem ser projetadas de forma a atender aos requisitos mínimos de bem-estar humano para reduzir os impactos dos custos na fase operacional. De entre outras práticas construtivas, isto consegue-se através de vivências sustentáveis, que dependerão tanto dos requisitos do proprietário, quanto das regulamentações governamentais (Islam et al., 2019; Olaniyi, 2017). Porém, "uma maior eficácia seria obtida se a implementação de práticas sustentáveis fosse considerada uma força motriz interna para uma estratégia de competitividade integrada" (Pham, Klm, & Luu, 2019). Nesta situação, os profissionais de FM têm a melhor oportunidade de agregar valor à sua organização e aos seus clientes por intermédio da gestão eficiente relacionada com questões e experiências sustentáveis (Støre-Valen & Buser, 2019).

O gestor de instalações assume a responsabilidade de transformar a teoria sustentável em prática sustentável no dia-a-dia, através da integração simultânea da sustentabilidade de um ambiente

economicamente eficiente, ambientalmente amigável e socialmente responsável. Portanto, uma característica primordial que tais profissionais necessitam dominar é a liderança para implementar a sustentabilidade de forma hierárquica (verticalizada), ou seja, de cima para baixo (Meng, 2014).

Neste mesmo pensamento, Alexander (2003) descreve que os *facility managers* precisam de ser líderes visionários, qualificados, flexíveis e que possuam habilidades técnicas e analíticas, isto é, habilidades intuitivas e de gestão que possam ajudar os gerentes a pensar de maneira holística, criativa e flexível, e a liderar os seus clientes e funcionários em ambientes aparentemente caóticos.

"Os gerentes de instalações bem-sucedidos reconhecerão a importância de fornecer serviços de alta qualidade que atendam às expectativas percebidas do cliente. Eles desenvolverão relacionamentos interpessoais e tomarão decisões em condições de ambiguidade. Como 'intermediários do conhecimento', eles podem ser reconhecidos como ativos organizacionais inestimáveis" (Alexander, 2003).

Contudo, sabe-se que a natureza global das práticas de FM é altamente dispersa e culturalmente diversa (L. Z. Campbell, 2017), visto que cada país desenvolveu o *Facility Management* de maneira diferente¹⁶, e isto deve ser considerado.

Conforme a literatura referenciada, Porter & Kramer (2011) introduziram o conceito de criação de valor compartilhado com base na ideia de que o sucesso corporativo e o bem-estar social são interdependentes. Portanto, existe um elo entre vantagens competitivas e responsabilidade social corporativa. Assim, uma empresa (ou organização) necessita de um ambiente de trabalho saudável, com colaboradores instruídos, recursos sustentáveis e uma gestão competente (Alexander, 2012).

Tradicionalmente, o cerne fundamental do FM é o controlo e a redução dos custos de ativos físicos, dos espaços de trabalho e demais serviços relativos às instituições. Entretanto, nos últimos anos, essa visão tem migrado para a criação de valor agregado às organizações (Jensen & van der Voordt, 2016). "Este conceito de valor acrescentado ao FM tem sido amplamente investigado e demonstrou de forma conclusiva que pode ser interpretado de muitas maneiras e interligado com uma vasta variedade de tópicos diversos" (Islam et al., 2017).

A tese de doutoramento do investigador Katchamart (2013) formula quatro posições de valor agregado associadas às habilidades específicas relacionadas ao FM que agregam e/ou criam valor ao *core business* das empresas. De forma resumida estas posições são definidas da seguinte forma:

¹⁶ Conforme já referido no início deste Capítulo (*vide* subsecção 3.1).

"Suportar: esta posição apoia-se nas atividades primárias organizacionais numa base regular e contínua, sem atrapalhar o menor custo. Não são necessários serviços de ponta ou de vanguarda porque o papel do FM é percebido como uma função não-central do negócio que não pode impactar os produtos e resultados do negócio principal. Como resultado, esta categoria de produtos FM é normalmente contratada a qualquer prestador de serviços externo que possa satisfazer as necessidades com o menor custo (outsourcing).

Habilitar: o papel do FM envolve as iniciativas intencionais de não apenas apoiar as atividades do core business, mas também capacitar as competências e aptidões corporativas. As organizações e os seus clientes estabelecem decisões e implementações únicas em resposta às solicitações organizacionais atuais em estreita colaboração com um ou mais diretores de unidades de negócios, tais como: marketing, recursos humanos, produção, pesquisa & desenvolvimento e finanças, a fim de personalizar a especificação do produto FM.

Assegurar: com esta posição de valor acrescentado os produtos FM concentram-se na fiabilidade operacional, assegurando que os produtos FM continuam a funcionar normalmente e sem interrupções (negócios específicos como: laboratórios, hospitais e empresas tecnológicas). Pelo contrário, as atividades primárias das organizações sofrerão impactos negativos no core business, tais como: perda de royalties dos clientes, perda de uniformidade e de marca; com impactos imediatos na produtividade e rentabilidade do core business.

Melhorar: o objetivo do produto FM é satisfazer os clientes do cliente, que impactam diretamente nos resultados organizacionais, por exemplo, as receitas no setor privado ou o bem-estar do usuário final no setor público. Como os produtos FM impactam imediatamente as percepções e satisfações do usuário final, as suas especificações são altamente personalizadas pelos requisitos do utilizador, com o intuito de aumentar a satisfação do utilizador final e aumentar as produtividades organizacionais" (Katchamart, 2013).

Em diversos países, investigadores nesta área do conhecimento têm procurado delimitar os tipos de parâmetros de valor para o FM. Citam-se alguns exemplos:

- Holanda (Vries, Jonge, & Van Der Voordt, 2008) – listaram três parâmetros diferentes de valor: produtividade, lucratividade e eficiência de custos;
- Finlândia (Lindholm, 2008) – definiu sete parâmetros para gestão imobiliária corporativa: aumentar o valor dos ativos, promover *marketing* e vendas, aumento da inovação, aumento da satisfação dos funcionários, aumento da produtividade, aumento da flexibilidade e redução de custos;
- Holanda (Den Heijer, 2011) – acrescentou o parâmetro do desenvolvimento sustentável aos três parâmetros propostos por Vries, Jonge e Van Der Voordt (2008);
- Países nórdicos, Holanda e Zurique (Jensen et al., 2012) – listaram seis diferentes tipos: valor de uso; valor do usuário do cliente; valor econômico, social, ambiental e de relacionamento;
- Dinamarca (Katchamart, 2013) – os parâmetros de valor das instalações são mais percebidos como eficiência e efetividade operacional, satisfação do utilizador e lucratividade do negócio;

- Tailândia e Holanda (Riratanaphong & Voordt, 2015) – num estudo empírico, consideraram os seis parâmetros adotados por Bradley em 2002 (baseados no *Balanced Scorecard*¹⁷ de Kaplan e Norton): percepção dos *stakeholders*, saúde financeira, desenvolvimento organizacional, produtividade, responsabilidade e eficiência de custos e os sete parâmetros listados por Sink e Tuttle em 1989: eficácia, eficiência, qualidade, produtividade, qualidade de vida no trabalho, inovação e rentabilidade. Tal escolha justifica-se pela abrangência de vários aspetos no que concerne o desempenho organizacional e a maioria das áreas em relação ao valor agregado;
- Dinamarca e Holanda (Jensen & van der Voordt, 2016) – elencaram doze parâmetros: satisfação, imagem, cultura, saúde e segurança, produtividade, adaptabilidade, inovação e criatividade, risco, custo, valor dos ativos, sustentabilidade e responsabilidade social corporativa que são distribuídos entre quatro grupos: pessoas, processos e produto, economia e sociedade.

Embora o conceito de valor agregado seja amplamente utilizado na prática, ressalta-se que não há ainda “uma estrutura holística amplamente aceite de indicadores-chave de desempenho relevantes” (Bititci, Garengo, Dörfler e Nudurupati, 2012 citados por Riratanaphong & Voordt, 2015). Entretanto, autores como Elmualim, Valle e Kwawu (2012) referem que os gestores podem focar na gestão da energia, reciclagem de resíduos e pegada de carbono com o intuito de agregar valor, caso pretendam atingir a esfera sustentável.

A comunidade académica ainda procura medir explicitamente o valor agregado do FM. Porém, Jensen et al. (2012) teceram algumas conclusões a este respeito, nomeadamente: o conceito de valor agregado enfatiza os aspetos estratégicos do FM; o foco mudou de valor económico para um conceito de valor mais holístico; o valor do FM é o resultado do *linking* entre o desempenho dos *inputs* e *outputs*; o valor do FM é multidimensional; o valor do FM é o valor dos relacionamentos internos ou externos entre clientes e fornecedores; o valor do FM é subjetivo pois depende da percepção dos clientes; o valor FM depende de quem beneficia do valor agregado e de quem se expõe aos riscos e encargos (interesses dos diferentes *stakeholders*); o valor do FM depende do cenário das organizações (setor, mercado, situação específica, etc.) e, por fim, a investigação do valor do FM precisa de métodos de pesquisa qualitativa e quantitativa.

¹⁷ "Metodologia de medição e gestão de desempenho desenvolvida em 1998 pelos professores da *Harvard Business School* (HBS) Robert Kaplan e David Norton" ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

3.5 Barreiras à implementação do *Sustainable Facility Management* (SFM) e tendências

Uma das barreiras à implantação do SFM é “a compreensão limitada do conceito-chave de sustentabilidade e a falta de conhecimento prático têm implicações claras para a eficácia prática sustentável na gestão de projetos e na indústria FM”, segundo Elmualim, Shockley, Valle, Ludlow e Shah (2010). Eles referem que o desenvolvimento da agenda da sustentabilidade é impactado pela fragmentação existente nos processos de projeto e construção, bem como pela assimetria da informação prática disponível durante as fases de projeto e de operação das instalações. Para além disso, eles afirmam existir uma lacuna quanto à falta de informação referente às práticas sustentáveis, seja de gestores de FM, seja de gestores de projeto e construção. Referem ainda, que esta deve ser suprida com instrução e treino, envolvendo todos os *stakeholders* na agenda sustentável com o propósito de disseminar conhecimento e educar as pessoas.

Outro estudo desenvolvido em residências na Dinamarca (Nielsen, Jensen, & Jensen, 2009) mostrou que os entraves nesta implementação para a operação predial são devidos aos dados limitados sobre consumo local de energia, água, entre outros, e também a “falta de incentivos para criar rotinas em torno de questões ambientais, conhecimento limitado sobre temas ambientais na organização habitacional e que os administradores habitacionais têm muito pouco tempo e recursos”.

Støre-Valen e Buser (2019) definem quatro tópicos principais relacionados com os desafios da SFM: organizações, tecnologia, utilizadores e políticas.

"A gestão sustentável das instalações SFM é um 'guarda-chuva' com vários caminhos na redução de fluxos de energia, água e resíduos na operação diária dos edifícios, por exemplo, monitorizando regularmente o consumo, usando 'contabilidade verde', aplicando políticas para sustentabilidade, maior consciencialização do utilizador, etc." (Nielsen et al., 2009).

O SFM é um conjunto integrado de um sistema sócio-técnico complexo ao nível do ambiente construído, constituído por elementos tais como: edifícios, operação, utilização, manutenção e processos de gestão, e na forma como este sistema pode ser gerido para contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade (Nielsen & Galamba, 2016).

Uma das soluções para incentivar a adoção do SFM é a legislação governamental através da imposição de requisitos legais que pressionarão as organizações a reduzir as “emissões de carbono, melhorando a eficiência energética, utilizando tecnologias renováveis, diminuindo resíduos em aterros, etc.” (Meng, 2014).

Em 2007, Shah (citado por Olaniyi, 2017) destacou catorze áreas onde o *Facility Management* tem impacto nas questões de sustentabilidade ambiental, sendo elas as seguintes: gestão de ferramentas sustentáveis, minimizar as fontes de poluição atmosférica, gestão de questões relacionadas com a contaminação do solo, controlo do ruído com envolvimento dos utilizadores nos ambientes de trabalho, contribuição para infraestruturas do meio ambiente local, inclusão de questões ambientais ao longo do ciclo de vida dos edifícios, gestão de energia, gestão de águas residuais, utilização de recursos, gestão de resíduos, mercado, direitos humanos, biodiversidade e transportes. Portanto, caso seja desenvolvido o FM nas organizações, poderá haver uma melhora na redução da pegada de carbono na maioria destas áreas.

Atualmente, a literatura que versa sobre SFM é escassa. Entretanto, a procura por conhecimento e capacidade para criar edifícios sustentáveis é amplamente expresso por *stakeholders* (proprietários, arquitetos, engenheiros, planeadores e gestores públicos) e o seu sucesso dependerá da inter-relação específica entre a utilização, os utilizadores, as instalações e o contexto organizacional no qual se encontram (Jensen & Nielsen, 2008).

3.6 Sustentabilidade nos ambientes de trabalho

Algumas das práticas do *Facility Management* visam proporcionar bem-estar, saúde e satisfação no ambiente de trabalho o que contribuirá, significativamente, para sustentabilidade destes locais. Contudo, o que segue em direção contrária a estas práticas é a *Sick Building Syndrome* (SBS) ou Síndrome do Edifício Doente. Este é um fenómeno que surgiu na década de 80 (Tong e Leaman, 1993 citados por Smith & Pitt, 2011) e apresenta sintomas como “irritação dos olhos, nariz e garganta; pele seca e mucosas; erupção cutânea; fadiga mental; dores de cabeça e infecções das vias respiratórias; tosse; rouquidão, alguns sintomas de asma, comichão, hipersensibilidade; náuseas e tonturas” (Rooley, 1997 citado por Smith & Pitt, 2011).

Esta Síndrome pode ser causada pela má ventilação do edifícios, especialmente, após a massiva inserção dos ar-condicionados neste ambientes o que permite a acumulação de poluentes no interior. Entretanto, a gestão pode criar uma cultura organizacional para aumentar a sensibilidade dos utilizadores destes edifícios para as questões ambientais (Tong e Leaman, 1993 citados por Smith & Pitt, 2011).

Para além da má qualidade do ar interior, há também os Compostos Orgânicos Voláteis ou *Volatile Organic Compounds* (VOCs) principalmente em edifícios novos ou reabilitados. Estes compostos estão presentes em materiais sintéticos ou naturais como "produtos de limpeza, maquilhagem e cosméticos,

pesticidas, roupas lavadas a seco, tintas, móveis, carpetes, papel carbono, cola, combustíveis, marcadores permanentes e até em pranchas de surf" ("eCycle," 2020). Os VOCs contêm as substâncias benzeno¹⁸ e o formaldeído¹⁹, "que em baixas concentrações podem causar irritação da pele e garganta seca, mas em concentrações mais elevadas estão ligados ao cancro" (Guo et al., 2004; Wolverton et al., 1989; Rooley, 1997 citados por Smith & Pitt, 2011).

"Os ocupantes dos edifícios podem ser expostos simultaneamente a muitos poluentes e, embora a exposição a contaminantes individuais possa ser extremamente baixa, os efeitos combinados ao longo do tempo podem ser muito mais significativos" (Williams, 1998 citado por Smith & Pitt, 2011).

Estudos comprovam que a sociedade ocidental passa a maior parte do tempo, cerca de 90%, em espaços interiores, ou seja, em ambientes edificados, o que impacta de modo negativo na saúde, no desenvolvimento infantil e na satisfação no ambiente profissional, entre outros (Browning, 2012 citado por Dias, 2015; Calabrese & Kellert, 2018).

Tomar partido da arquitetura biofílica²⁰ pode ser uma solução para minimizar a Síndrome do Edifício Doente, visto que os benefícios no uso de elementos da natureza como: a vegetação, a água, a luz e o ar naturais, quando incorporados nos edifícios, estão comprovados e melhoram a qualidade e produtividade do local de trabalho (James, 2007 citado por Smith & Pitt, 2011). Estes elementos têm uma função primordial no comportamento psicológico e no bem-estar dos utilizadores (Hanie et al., 2010 citados por Smith & Pitt, 2011).

A aplicação da arquitetura biofílica nos espaços de escritório, por exemplo, gera economia da ordem de 2.000 dólares americanos por funcionário/ ano, conforme estudo elaborado por Wilson em *The Economics of Biophilia* (2012 citado por Ramzy, 2015). As vantagens vão para além de saúde, comportamento físico e mental. O desempenho e produtividade melhoram e o quesito económico corrobora na utilização deste conceito arquitetónico.

Neste cenário, procura-se um "local de trabalho responsável", ou seja, um local de trabalho que responda às expectativas dos utilizadores, adaptável às mudanças organizacionais e personalizável no pensar de Alexander (2003) e que seja edificado através de construções sustentáveis com intuito de melhorar a saúde, a satisfação e o bem-estar dos utilizadores destas construções (Smith & Pitt, 2011). Um

18 "Benzeno é um componente natural do petróleo bruto" (Karakitsios et al., 2007 citados por Smith & Pitt, 2011).

19 "Formaldeído é um gás incolor e está presente no isolamento de espuma de ureia-formaldeído (UFFI), placas de partículas, adesivos, alguns têxteis" (Rooley, 1997 citado por Smith & Pitt, 2011).

20 Arquitetura biofílica (ou *design* biofílico) é uma das várias tendências práticas de projetos que se apoiam em sistemas baseados na natureza, princípios de engenharia e dicas de *design* para melhorar a qualidade ambiental, a saúde e eficiência (Africa, Heerwagen, Loftness, & Ryan Balagtas, 2019). A Biofilia foi um conceito amplamente difundido por Edward Osborne Wilson quando publicou pela *Harvard University Press* o livro intitulado *Biophilia* em 1984 (B. D. Dias, 2015).

“ambiente de qualidade pode assegurar que os processos do *core business* estejam bem integrados e apoiados num ambiente operacional – o local de trabalho” (Alexander, 2003).

Pode-se assim inferir que o valor agregado a uma organização no local de trabalho é acrescentado

"através da prestação de serviços da forma mais eficiente e eficaz: através do desenvolvimento e gestão de sistemas de gestão da qualidade, através do estabelecimento de diretrizes e níveis de serviço e, ao nível político, através do desenvolvimento de uma estratégia e de uma estrutura dentro da qual se possa prestar serviços" (Alexander, 2003).

3.7 Mercado de FM

Em termos numéricos, salienta-se que o Mercado Europeu de FM representou aproximadamente 665 biliões de euros em 2008. E desse total, 422 biliões de euros estão distribuídos entre os cinco países que encabeçam a lista composta por: Reino Unido, Alemanha, França, Itália e Espanha, nesta ordem (Teichmann, 2009). Isto corresponde a cerca de 40 milhões de postos de trabalho por ano na Europa. Dependendo do país e do estado de maturidade, a atividade de FM representa cerca de 5% a 8% do GDP (*gross domestic products*) (“EuroFM,” 2020; Sá, 2016). Portugal representa um mercado emergente e ocupava a 19ª posição, com o GDP de 154,78 biliões de euros neste estudo feito por Teichmann (2009).

Em 2005 a Capgemini publicou na Noruega uma pesquisa na qual estimou o mercado do FM nos países nórdicos. No ano anterior foram feitas entrevistas entre grandes companhias e fornecedores de FM em cinco países nórdicos²¹. O setor habitacional foi excluído da pesquisa. O mercado total de FM, destes países, foi estimado em aproximadamente 53 biliões de euros (Jensen, 2011). Ficando assim distribuídos (Tabela 7):

Tabela 7. Total do mercado FM nos países nórdicos em 2004, segundo Capgemini (Jensen, 2011)

País	Área construída (exceto setor residencial)	Potencial do mercado (exceto setor residencial)
Dinamarca	125 milhões m ²	8,3 biliões de EUR
Noruega	115 milhões m ²	8,9 biliões de EUR
Suécia	235 milhões m ²	23,4 biliões de EUR
Finlândia	175 milhões m ²	11,7 biliões de EUR
Islândia	10 milhões m ²	0,7 bilião de EUR
Total	385 milhões m ²	52,9 biliões de EUR

Esta mesma pesquisa considerou a maturidade do mercado em cada país. Assim, os indicadores analisados foram: “o tamanho do país, o grau de industrialização, a presença de empresas multinacionais, a atenção do mercado em relação ao FM e fornecedores com novas estratégias e

21 “Os países nórdicos constituem uma região da Europa setentrional e do Atlântico Norte, composta pela Dinamarca, Finlândia, Islândia, Noruega e Suécia, e as regiões autónomas das Ilhas Faroé, arquipélago da Aland e Groenlândia” (“Wikipédia: a Enciclopédia livre,” 2020).

inovação” (Jensen, 2011). O resultado desta pesquisa mostrou a Suécia como tendo o mercado mais maduro, seguida da Finlândia. O mercado dinamarquês figurou no meio, seguido pelo mercado norueguês, e por fim, o mercado islandês foi classificado como o menos maduro (Jensen, 2011).

De entre as publicações mais atualizadas sobre a temática, encontraram-se números para outros mercados de FM mundiais que convém ser citados.

No Reino Unido as estimativas variam, mas os estudos de mercado sugerem que o setor vale 96 bilhões de libras esterlinas por ano. Com base neste estudo limitado, o CFM (*Centre of Facilities Management, University of Salford*) estima que o mercado britânico de FM cresceu de 44.05 bilhões de libras esterlinas nos últimos três anos para 174.44 bilhões de libras esterlinas em 2005. Prevê-se que o mercado de FM no UK continue a prosperar. A *Mintel* estimou que o valor de mercado deverá crescer 32% nos próximos cinco anos (*Business Plan CEN/TC 348 Facility Management, 2006*).

Na Alemanha, o volume de negócios total do FM em 1999 foi estimado em 50.000 milhões de euros (*Business Plan CEN/TC 348 Facility Management, 2006*).

O mercado de FM em França foi de 59,40 bilhões de dólares²² durante 2017 e espera-se que apresente um crescimento constante a uma CAGR²³ de mais de 8,05% durante o período previsto. Este crescimento expressivo é devido à diversificação da utilização do FM em vários setores, tais como: serviços comerciais, tecnologia da informação, saúde, manufatura, hospitalidade, alimentos & bebidas, administração pública, energia & recursos, retalho & atacado e transporte & logística. A projeção para o mercado francês de FM é de atingir 96,09 bilhões de dólares até o final de 2023 (“Techsci Research,” 2020).

O volume de negócios total do mercado FM belga para 2014 foi superior a 4 bilhões de euros. Este valor inclui mercado interno e externo, excluindo o mercado imobiliário. Nos Países Baixos, a dimensão do mercado FM em 2013 foi de 37 bilhões de euros, ou 5,8% do GDP (IFMA Belgium Chapter, 2015).

O FM na Austrália é um dos segmentos em rápido crescimento com um volume de negócios anual de mais de 60 bilhões de dólares australianos, de acordo com Shah (2007 citado por Olaniyi, 2017).

O mercado de FM indiano representa 3,2% do GDP do país e está crescendo a uma taxa anual de 25%, conforme dados recentes publicados pela *JLL India Real State Compass* (“IFMA,” 2020).

²² A referência monetária é o dólar americano (USD).

²³ Acrônimo para *Compound Annual Growth Rate*, ou seja, Taxa de Crescimento Anual Composta. É um termo contábil.

É expectável que o mercado de FM na Malásia obtenha receitas crescentes de 4,79 biliões de ringgit malaio²⁴ em 2017 para 7,43 biliões de ringgit malaio em 2022, registando uma CAGR de 9,17% (Frost & Sullivan, 2016 citados por “NAFAM,” 2020).

Segundo o “Business Plan ISO/TC 267 Facility Management” (2017) uma pesquisa realizada pela *Frost & Sullivan* prevê que até 2025 o mercado global de serviços de *outsourcing* em FM valerá 1 trilião de dólares americanos.

Em termos de associação, a IFMA administra mais de 78 biliões de metros quadrados de propriedades que compram anualmente mais de 526 biliões de dólares americanos em produtos e serviços (“IFMA,” 2020). O que demonstra bem a expressão e a importância da atividade de *Facility Management*.

A discrepância em relação aos valores é justificada pelo nível de maturidade existente, tamanho e grau de desenvolvimento económico entre os países no que concerne ao *facilities*.

3.8 Integração BIM–FM

Atualmente, é indiscutível o impacto do *Building Information Modeling* (BIM) no ciclo de vida das construções, inclusive na fase de O&M. “BIM é uma tecnologia complexa baseada numa abordagem colaborativa ao projeto de produção e *facility management*”, define Teicholz (2013). Esta tecnologia é implementada através de alguns dos sistemas informáticos parametrizados abordados na subsecção 2.8 do Capítulo 2 e uma das suas vantagens é justamente partilhar dados entre múltiplos sistemas durante a O&M (Motawa e Almarshad 2013 citados por Alavi & Matheu, 2019). Quando se consegue coordenar a utilização do BIM para o FM é possível

“aceder a informação adequada e fiável para operar e manter o equipamento e sistemas eficientes no edifício para prolongar a vida útil dos equipamentos, para apoiar a tomada de decisões, para melhorar as atividades de manutenção, para tornar a energia mais eficiente e para minimizar o tempo de trabalho e o tempo de inatividade do equipamento” (Cavka et al. 2017 citados por Alavi & Matheu, 2019).

Neste cenário, o BIM representa uma ferramenta com potencial para os *facility managers* enfrentarem os desafios da fiabilidade, interoperabilidade e usabilidade da informação no processo de projeto para apoiar o ciclo de vida da informação dos seus ativos (Liu e Issa 2016 citados por Alavi & Matheu, 2019).

Embora a literatura não tenha chegado a um consenso geral a respeito da dimensão BIM após o 5D, vários investigadores consideram que a dimensão 6D (3D + FM) está relacionada com a informação

24 A Malásia Ringgit (MYR) é a moeda da Malásia. O código ISO da moeda é MYR.

patrimonial útil para os processos de gestão das instalações, cujos principais *stakeholders* são os *facility managers* e proprietários (Pärn et al., 2017). Por outras palavras, a integração BIM–FM consiste na "aplicação da gestão das instalações com recurso às funcionalidades proporcionadas pelo modelo BIM, como o modelo geométrico e uma base de dados que contém todos os dados necessários de todos os elementos" (Soares, 2013).

Através de alguns padrões utilizados no BIM – como *Industry Foundation Classes* (IFC)²⁵ e *Construction Operations Building Information Exchange* (COBie)²⁶ – é possível transferir informações da fase de conceção para a fase de O&M. Deste modo, pode-se utilizar a metodologia BIM em edificações existentes na fase de O&M por intermédio do uso do *Level of Development* (LOD)²⁷ adequado e fiável para operar e manter eficientemente os equipamentos e sistemas nos edifícios (Alavi & Matheu, 2019). Então, a gestão dependerá sobretudo da clareza e dos conteúdos contidos no modelo BIM. Em termos operacionais e de manutenção, o LOD 500 corresponde à etapa do modelo como será construído (*as built*), sendo este o nível de interesse destinado à fase da manutenção. Além de real e preciso em tamanho, forma, localização, quantidade e orientação, as informações não geométricas são anexadas aos elementos do modelo. De referir que o LOD 500 "não é uma indicação de progressão para um nível mais alto de geometria do elemento ou informação não gráfica" (Dáros, 2019).

No entendimento de Pärn et al. (2017), um pré-requisito vital para a implementação de um CAFM adequado é que uma organização deve considerar os dados como o seu mais valioso ativo, embora se tenha noção da complexidade, volume de informações, peculiaridade e fragmentação de dados gerados durante todo o ciclo de vida das edificações. Neste viés, toda a base de dados e acesso à informação devem ser cuidadosamente investigadas e tidas como uma mais-valia para qualquer controlo e gestão. É por meio destes dados que se consegue traçar planos de manutenção otimizados e estratégicos e, conseqüentemente, melhorar o desempenho futuro destes ativos.

O aumento da procura de gestão de dados devido à informatização na indústria da AECO tem provocado uma mudança nos processos existentes através de modelos colaborativos que têm impactado na forma

25 IFC é um formato de armazenamento de dados aberto e independente, definido em norma ISO 16739:2013 e com a finalidade de permitir o intercâmbio de um modelo informativo sem perda ou distorção de dados ou informações.

26 COBie é um *Model View Definition* (MVD) homologado pela *Building Smart*. É um formato de dados não-proprietário para a publicação de um subconjunto de modelos de informação sobre edifícios (BIM) centrado no fornecimento de dados sobre os ativos, distintos da informação geométrica, ou seja, é um subconjunto das informações necessárias para a gestão e operação do edifício.

27 LOD é uma classificação sugerida pelo *The American Institute of Architects* (AIA) para organizar as etapas do desenvolvimento de um empreendimento em BIM. Ele representa "a informação geométrica e não geométrica dos atributos oferecidos por uma componente do modelo" (AIA, 2008 citado por Alavi & Matheu, 2019). O LOD foi definido no AIA G202-2013 *Building Information Modeling Protocol Form* e é organizado pelo *CSI Uniformat 2010*. Inicialmente o AIA definiu cinco níveis: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500. No entanto, o LOD 350 foi desenvolvido pelo grupo de trabalho *BIMForum* (Ikerd et al., 2013).

como os edifícios estão a funcionar e a ser mantidos. A filosofia BIM e as ferramentas de FM informatizadas utilizadas para gerir e operar os dados dos ativos imobiliários são omnipresentes, sendo os requisitos das equipas de FM muitas vezes únicos e personalizados (Pärn et al., 2017).

Os modelos BIM fornecidos, aquando da conclusão de um determinado projeto, representam uma sólida fonte de informação para FM, contudo "nem toda a informação é valiosa no dia-a-dia dentro do vasto leque de uma prática de FM, em que a recuperação de dados, a gestão da mudança, o acompanhamento dos custos e da atividade laboral são críticos" (Teicholz, 2013). Neste contexto, os gestores das instalações necessitarão de pormenorizar e hierarquizar os seus requisitos de informação, que deverão ser incluídos nos modelos de FM, com base no que pode ser, razoavelmente, mantido ao longo do tempo nos recursos disponíveis e no fluxo de trabalho. Gestão de ativos, gestão do espaço, sustentabilidade, gestão da energia e gestão de segurança são exemplos de atividades que podem ser geridas pela base de informações contidas em BIM (Teicholz, 2013).

Todavia, alguns estudos referenciados por Zadeh, Wang, Cavka, Staub-French e Pottinger (2017) identificaram a falta de qualidade da informação como um obstáculo importante para o cumprimento da O&M e que, inclusive, pode onerar os custos e originar trabalhos a mais na fase operacional. Esta falta de qualidade traduz-se em informações incompletas e não precisas fornecidas pelos modelos BIM entregues, quando existentes.

Pärn et al. (2017) descreve três desafios significativos para a integração do BIM–FM:

- O crescimento da tecnologia de informatização acontece em ritmo exponencial e que, nem sempre pode ser acompanhado em igual escala na formação das equipas, quer ao nível profissional, quer académico;
- Há uma falta de alinhamento entre a oferta e procura de dados FM de clientes de projetos que pode indicar uma compreensão inadequada entre estes dados que, objetivamente, são utilizáveis ou necessários durante o ciclo de vida do edifício;
- Os dados dentro do BIM para o FM não são plenamente explorados para o conhecimento de apoio à decisão inerente ao mesmo. Por conseguinte, perde-se a oportunidade de melhorar o desempenho de um edifício e informações fundamentais são perdidas. Esta questão é inclusive agravada por lacunas na interoperabilidade do *software* quando se faz a transição entre o *as built* em BIM e um sistema CAFM.

Liu & Issa (2016) referem que, ainda há uma lacuna de conhecimento e tecnologia entre projetistas (fase de projeto e execução) e gestores de instalações (fase de operação e manutenção) a ser suplantada e citam dois complicadores. Por um lado, muitos gestores de instalações carecem de conhecimentos e competências necessárias para implementar o BIM–FM. Por outro lado, os projetistas e construtores não estão familiarizados com o tipo de informação em FM que deve ser recolhido e quais os requisitos, em matéria de FM, que devem ser cumpridos e considerados nas práticas BIM. Os investigadores sugerem que o caminho para os *facility managers* ultrapassarem esta barreira pode ser feito através da determinação de problemas e preocupações que afetam o bom desempenho das atividades em O&M. "Após estes problemas terem sido especificados, a tecnologia BIM pode ser desenvolvida para solucioná-los", e concluem que uma ponte deve ser construída visando minimizar o hiato existente e na tentativa de se chegar a algum consenso na integração BIM–FM (Liu & Issa, 2016).

A metodologia desenvolvida na presente investigação não abordará a integração BIM–FM. Porém, convém discutir este conteúdo por ser uma temática correlacionada com o assunto e por ser uma das possibilidades e tendências futuras no controlo e gestão da O&M.

3.9 Síntese do Capítulo

Juntamente com o Capítulo 2, o estado da arte complementa-se com este Capítulo que explora o universo do *Facility Management*, um mercado que movimenta inegáveis cifras e do qual biliões de pessoas dependem da fiabilidade das instalações no ambiente construído. A disciplina que surge na década de 60 nos EUA, tem assumido um papel de destaque na gestão das instalações por integrar pessoas, processos e espaços, para além de tecnologias. No entanto, a literatura em língua portuguesa que versa sobre este conteúdo é escassa. Assim, esta investigação socorre-se da literatura internacional sobre o FM, contida nos jornais de maior expressão, e demonstra que em cada país o FM assume vertentes diferente em função da cultura, da finalidade do negócio e natureza da organização.

Algumas das vantagens na promoção do FM dentro das organizações são: agregar valor através de uma gestão eficiente, praticar o *outsourcing* que direciona as empresas a focar exclusivamente nas atividades do seu *core business*, desenvolver práticas sustentáveis nos ambientes de trabalhos e alcançar metas e resultados esperados, como o bem-estar dos utilizadores e a redução de custos com manutenção.

Acrescenta-se ainda que o FM se integra a metodologia BIM, sendo considerada a dimensão 6D (3D + FM) e isso implica alterações significativas no processo colaborativo atual na indústria AECO, valorizando cada vez mais a gestão de dados. Entretanto, devido a complexidade das áreas em que o FM pode se

desenvolver e o desconhecimento por parte dos *stakeholders* em compreender a sua real importância, o FM é ainda dificilmente implementado a sua plenitude e potencial.

CAPÍTULO 4: METODOLOGIA PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO

"Não se **gere** o que não se **mede**,
não se **mede** o que não se **define**,
não se **define** o que não se **entende**,
não há **sucesso** no que não se **gere**"
Robert Kaplan e David Norton

4.1 Notas preliminares

Num cenário de recursos cada vez mais escassos, qualquer ação que vise reduzir custos futuros e manter os serviços públicos em funcionamento é uma ação que deveria ser priorizada e fomentada por todos os gestores. Assim sendo, incluir neste rol as ações de manutenção preventiva tem a intenção de incutir na gestão pública a cultura da manutenção com vista à preservação e conservação do património público. Nesta direção, "a manutenção não pode ser feita de modo improvisado, esporádico ou casual. Ela deve ser entendida como um serviço técnico perfeitamente programável e como um investimento na preservação do valor patrimonial" (ABNT NBR 5674, 2012).

Assim, a metodologia proposta oferece diretrizes gerais e serve de suporte aos gestores públicos do Município de Esposende para que se possa proceder às intervenções de manutenção de forma adequada e efetiva no Centro Educativo de Esposende (CEE). Fazendo uso de uma das ferramentas *Lean Construction*, traçam-se as linhas básicas no ciclo PDCA²⁸ (Figura 21) que conduzirão ao desenvolvimento desta investigação e, em particular, da metodologia proposta e identificada como método MAIER.

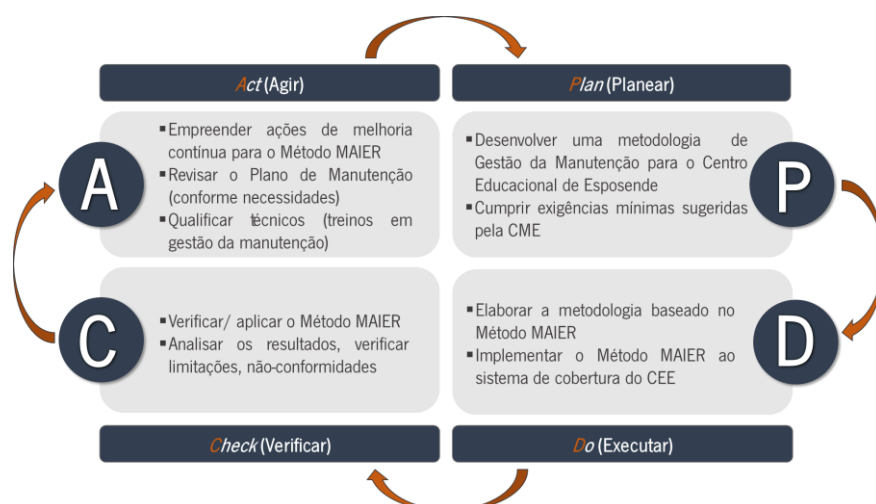


Figura 21. Ciclo PDCA para planeamento da metodologia

²⁸ Ciclo PDCA "é um método iterativo de gestão de quatro passos, utilizado para o controle e melhoria contínua de processos e produtos" ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

A Câmara Municipal de Esposende (CME) identificou um problema – oportunamente referido nos Capítulos anteriores – de dificuldade em programar as operações de FM, mais concretamente, as operações de manutenção, bem como a possibilidade de prever custos num intervalo de tempo. Este problema é transversal a todos os edifícios sob a sua gestão.

Percebendo a importância do FM, os responsáveis da CME solicitaram o apoio à UMinho para os ajudar na definição de um método (metodologia) que, com base nos conceitos de FM, mas principalmente ajustado à realidade (enquadramento) técnica, logística, entre outras, permitisse melhorar a gestão do seu património construído.

Neste contexto, foi identificado um edifício para ser utilizado como caso de estudo e de aplicação da metodologia e que será caracterizado na subsecção seguinte (4.2). Por motivos de âmbito temporal e enquadramento no trabalho de dissertação, optou-se por investir a quase totalidade do tempo disponível a construir e a calibrar o método que correspondesse às necessidades específicas da CME, utilizando apenas uma pequena parte do edifício, neste caso a cobertura, como exemplo de aplicação. Por fim, ressalta-se que o Método desenvolvido é aplicável à totalidade do edifício e também a outros edifícios.

4.2 Caracterização do edifício

O edifício objeto de estudo é o CEE localizado neste mesmo Município que fica no litoral norte do país e que pertence ao distrito de Braga. O CEE, entrou em atividade em 2009 e destina-se ao ensino básico (1º ciclo). Ela localiza-se na Av. Dr. Henriques Barros Lima, nº 37 conforme identificado na Figura 22 (fonte: Google Maps). O CEE faz parte do Agrupamento de Escolas designado António Correia de Oliveira, um complexo com outros ciclos educacionais.



Figura 22. Vista aérea do Agrupamento de Escolas António Correia de Oliveira em Esposende

O edifício é composto por dois pavimentos – piso 0 e piso 1 – que contabilizam aproximadamente 1.667m² de área construída, segundo a Figura 23 e o projeto arquitetônico inserido no Anexo 1.



Figura 23. Fotos do Centro Educativo de Esposende (CEE)

4.2.1 Caracterização do sistema de cobertura

De acordo com as considerações preliminares, entendeu-se que o sistema construtivo a analisar deveria ser a cobertura uma vez que é um elemento da envolvente dos edifícios com maior exposição aos agentes externos agressores e, como tal, associado a um elevado conjunto de patologias no interior dos edifícios.

Morgado (2012) afirma que o *Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics* foi o precursor em estudos de anomalias de elementos do edifício. Através de um estudo estatístico realizado em 1982 no qual analisou 12.200 anomalias, verificou que os sistemas de coberturas possuíam uma quantidade significativa de irregularidades, superiores às verificadas nos restantes elementos construtivos, exceto em relação às fachadas do edifício. Esta evidência é posteriormente confirmada num estudo idêntico concluído em Victoria na Austrália (Ilozor et al, 2004 citado por Morgado, 2012), ou seja, as coberturas são o segundo elemento mais afetado e com maior número de anomalias. Por isso é que muitas vezes a cobertura é considerada a quinta fachada do edifício.

Em linhas gerais, as coberturas diferenciam-se pela sua inclinação e podem ser definidas como planas e inclinadas. O enfoque desta pesquisa limita-se às coberturas planas, tendo em vista ser esta a situação do caso em estudo. As coberturas planas são caracterizadas por apresentarem superfícies planas ou planos de cobertura com uma inclinação mínima, de maneira a permitir o escoamento das águas pluviais e direcioná-las até à superfície de captação. "Deste modo, entende-se por cobertura plana aquela que

apresenta uma inclinação compreendida entre $-5^\circ \leq \alpha \leq 5^\circ$ (Morgado, 2012). Este limite está identificado no Eurocódigo referente às ações em estruturas (NP EN 1991-1-4, 2010).

Importa salientar que o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) através da Informação Técnica de Edifícios ITE 34 apresenta uma classificação quanto à acessibilidade e ao tipo de utilização para coberturas planas (Barros, 2008), como descrito na Tabela 8.

Tabela 8. Classificação das coberturas planas quanto à acessibilidade, conforme ITE 34 - LNEC

Classificação	Subclassificação	Tipo de acesso	Restrições de acesso
Acessíveis	Acessíveis a pessoas	Acesso limitado à circulação de pessoas	
	Acessíveis a veículos	Ligeiros	Acesso limitado à circulação de veículos ligeiros e de pessoas
		Pesados	Acesso livre à circulação de veículos ligeiros e pesados e de pessoas
Não acessíveis	Não acessíveis	Acesso limitado a trabalhos de manutenção ou reparação	
Especiais	Especiais	Acesso livre à circulação de veículos ligeiros e pesados e de pessoas	

Acrescenta-se que há outros aspetos que podem caracterizar um tipo de cobertura, tais como: o isolamento térmico, o tipo de revestimento de proteção, o tipo de estrutura de suporte, entre outros. Não convém esmiuçar estas classificações para não tornar esta investigação exaustiva, pois o principal foco da pesquisa é outro. Tais aspetos fazem parte da estrutura dos EFM da cobertura plana descrito na subsecção 4.4.1.2. Portanto, através da inspeção visual e análise do projeto arquitetónico, foi observado que a cobertura existente é do tipo plana não acessível.

Conforme Anexo 1.d e Figura 24, o sistema de cobertura do edifício, de planta quadrada, em forma de anel, é constituído por uma platibanda em todo o seu perímetro externo (revestida por chapas metálicas) e interno, do lado do pátio central (revestida em placas cimentícias). Os quatro volumes construídos que formam o anel têm planos de inclinação com pendente no sentido do pátio interior central descoberto onde há caleiras, tubos de queda e ralos que promovem o escoamento das águas pluviais da coberta (sistema de drenagem).



Figura 24. Fotos da platibanda interna e externa do Centro Educativo de Esposende (CEE)

A estrutura de suporte do telhado é em laje plana e, como já foi mencionado na Introdução desta dissertação, não há qualquer plano de manutenção destinado ao CEE que está em serviço desde abril de 2009.

4.3 Manuais de serviço

Os manuais de serviço são documentos que contêm "informações necessárias para a correta utilização de um edifício" (P. F. dos S. C. Oliveira, 2011). Eles auxiliam gestores, utentes e técnicos a gerir o ativo de modo que se consiga operacionalizar, de forma simples, todos os procedimentos previstos em cada situação especificada (Torres, 2009). É recomendável que a sua elaboração decorra na fase de projeto, no caso de edificações novas, ou na fase de utilização para edificações em uso. Entretanto, nesta dissertação já se mencionaram as vantagens na antecipação destas questões para as fases mais preliminares de projeto.

Por ser um documento técnico, a sua realização deve ser delegada a técnicos especialistas com familiaridade em projetos de edifícios e com conhecimento em Gestão da Manutenção e na análise evolutiva do desempenho dos sistemas construtivos, EFM e componentes.

Estes manuais são constituídos por dois outros documentos distintos: um manual de manutenção – mais técnico e direcionado para a entidade gestora e equipa operacional, e um manual de utilização – de linguagem mais simples que descreverá as instruções adequadas para utilização dos EFM e componentes. Este é direcionado aos utilizadores dos edifícios.

Após o estabelecimento dos procedimentos de manutenção e utilização, das operações de manutenção, planeamento e estipulação das periodicidades das atividades, estes manuais materializam-se e fundem-se num único plano de manutenção, que é sugerido nesta investigação através do ficheiro desenvolvido em Microsoft® Office Excel identificado como "Plano de Manutenção e Utilização", disponível em suporte digital.

4.3.1 Manual de manutenção

Segundo P. F. dos S. C. Oliveira, (2011) o "manual de manutenção tem como finalidade orientar a entidade gestora do edifício das tarefas e metodologias de intervenção que o edificado requer". Assim, este manual deve apresentar uma estratégia de intervenção direcionada para os elementos constituintes do edifício e o seu estado de desempenho, como também contemplar as inspeções necessárias para os diferentes sistemas construtivos e EFM.

O Plano de Manutenção está inserido no Manual de Manutenção. Em resumo, ele concentra-se em pormenorizar as operações da manutenção, assunto abordado na subsecção 4.4.

4.3.2 Manual de utilização

Num mundo cada vez mais tecnológico, nem sempre o funcionamento dos equipamentos e componentes é intuitivo. Bastardo (2008) afirma que, de acordo com estatísticas internacionais, "8 a 10% das anomalias existentes em edifícios tem como causas erros de utilização e manutenção". Assim, é vital a existência de um documento que oriente os utilizadores neste sentido, informando como utilizar, proceder a manutenção e limpeza. O Manual de Utilização do edifício é o documento que se destina a informar os utilizadores o correto uso destes espaços, direcionado à otimização do bem. Em suma, ele deve conter:

- "descrição/ característica sucinta do sistema componente e/ou EFM;
- normas relacionadas (nacionais e internacionais, regulamentos, manuais de boas práticas, etc.)
- instruções adequadas para utilização do sistema, componente e/ou EFM;
- instruções de uso contendo precauções, prescrições e proibições destes elementos;
- regras de utilização em casos de emergência (prevendo a segurança);
- recomendações aquando da perda de garantia (fabricantes)" (Calejo Rodrigues, 2001).

4.4 Plano de manutenção

A NP EN 13306:2007 preconiza que um plano de manutenção é um "conjunto estruturado de tarefas que compreendem as atividades, os procedimentos, os recursos e a duração necessária para executar a manutenção" (IPQ, 2020). Consiste num dossiê onde estão registadas todas as intervenções da vida do equipamento, com a devida atenção para mantê-lo permanente atualizado (Mouta, 2011).

O plano de manutenção de um edifício tem o objetivo geral de controlar, manter ou restabelecer a relação satisfatória entre o atual estado de funcionamento e o nível de desempenho assumido como referência (Ribeiro, 2016).

Para contextualizar, Rogers (2013) afirma que, historicamente os custos para execução de atividades não planeadas são de 1,5 a 2,0 vezes superiores aos custos para execução das atividades planeadas. Apesar da afirmação ser generalista para um cenário de *Facility Management*, ela demonstra que a ausência de planeamento interfere diretamente na orçamentação, majorando-a. O que corrobora o quão fundamental é a existência de um Plano de Manutenção. Acresce ainda que,

"um plano de manutenção preditiva ou preventiva, quando mantido com regularidade, traz benefícios para a gestão das organizações, pois aumenta em cerca de trinta (30%) a quarenta (40%) por cento do tempo de vida útil de um equipamento, quando comparado com um equipamento sem manutenção, e reduz a probabilidade de ocorrência de falhas inesperadas" (Hormigo, 2015c citado por Silva, 2015).

É o plano de manutenção que define a curto, médio e longo prazo, os padrões de serviço, ou seja, as tarefas de manutenção a serem executadas, de acordo com a prioridade das atividades, programadas ao longo do tempo e com custos associados. "Os custos podem ser definidos tanto utilizando índices de custos da manutenção ou através dos custos estimados para cada tarefa, calculados de acordo com os recursos necessários (mão de obra, materiais, ferramentas e máquinas) e tempo de execução" (Ribeiro, 2016).

Silva et al. (2004 citados por Ribeiro, 2016) descrevem que, para edifícios existentes, na elaboração do plano de manutenção deve-se, à partida, identificar e caracterizar os elementos e soluções construtivas. De seguida, faz-se a avaliação da situação atual para identificar o nível de degradação do edifício e uma análise do comportamento em serviço do elemento em questão. Por fim, estudam-se as melhores estratégias para implementar a manutenção.

Tanto Calejo Rodrigues (2001), quanto Flores-Colen, Madureira, Morgado e de Brito (2015) assemelham-se na estruturação de um plano de manutenção. Entretanto, esta abordagem é genérica, pois irá depender da política de manutenção que a organização adota e da natureza das informações disponíveis.

Amplamente consideram-se fundamental:

- "estimar a vida útil dos elementos construtivos;
- caracterizar o desempenho exetável (níveis de qualidade mínima);
- prever e definir os sintomas de pré-patologia;
- definir as anomalias mais relevantes, as possíveis causas e os respetivos mecanismos de degradação;
- definir sistema de seleção de operação de manutenção;
- planejar rotinas de inspeção;
- elaborar estratégias de atuação, incluindo critérios de prioridade e risco;
- observar o registo histórico e comparar com outros *benchmarks*;
- registar os custos das operações;
- registar todas as intervenções e controlar a gestão de informação;
- pontuar recomendações técnicas de produtos e soluções (manual de utilização)".

Um plano de manutenção bem estruturado depende de um conjunto de fatores. Primeiro, da vontade do gestor na implementação deste conceito. Segundo, do envolvimento e treino das partes interessadas – técnicos e utilizadores. Terceiro, do nível de conhecimento dos técnicos, das funcionalidades e rotinas do edifício. Por último, do controlo, da monitorização e das eventuais verificações deste plano.

Convém ressaltar que, para a elaboração do plano de manutenção é preciso considerar projetos, memórias descritivas, manual de utilização, operação e manutenção dos fabricantes, quando houver, e demais orientações recolhidas junto dos fornecedores, para além do seguinte:

- "a) tipologia, complexidade e regime de uso da edificação;
- b) sistemas, materiais e equipamentos;
- c) idade das edificações;
- d) expectativa de durabilidade dos sistemas, quando aplicável aos elementos e componentes;
- e) relatórios das inspeções, constando comparativos entre as metas previstas e as metas efetivas, tanto físicas como financeiras;
- f) relatórios das inspeções constando as não conformidades encontradas;
- g) relatórios das inspeções sobre as ações corretivas e preventivas;
- h) solicitações e reclamações dos usuários ou proprietários;
- i) histórico das manutenções realizadas;
- j) rastreabilidade dos serviços;
- k) impactos referentes às condições climáticas e ambientais do local da edificação;
- l) escala de prioridades entre os diversos serviços; e
- m) previsão financeira" (ABNT NBR 5674, 2012).

Assim, propõe-se a estruturação de um Plano de Manutenção e Utilização elaborado em Microsoft® Office Excel que compila as principais informações teóricas, dividido em seis partes. Cada uma delas será um separador do ficheiro identificado como "Plano de Manutenção e Utilização". A ferramenta é acessível através da *password*: **UMinho** (com as duas letras iniciais em maiúsculas). Entretanto, por não ser o âmbito desta pesquisa, compete à CME levantar a base de dados aplicável a cada caso concreto (ativos públicos municipais). Contudo, alguns campos apresentados nesta pesquisa foram preenchidos e são disponibilizados na metodologia deste Plano.

A estrutura geral no Plano sugerido, é esquematizada na Figura 25. Dentro do universo da Gestão da Manutenção e do FM, a atividade de O&M é comum a ambas as disciplinas. O Plano de Manutenção é a parte técnica e prática do Manual de Serviço referido em tópico anterior. Para que se implemente este Plano será necessário criar uma base de dados própria, fundamentada em *benchmarks*, inspeções *in situ*, referências teóricas e fontes secundárias, para além do uso dos regulamentos e normas vigentes. A intenção do Plano de Manutenção e Utilização proposto é disponibilizar à CME um guia para que a mesma possa ter um controlo mínimo, porém mais interativo, visual, digital e de fácil preenchimento, diferente das fichas em papel, quase sempre manuscritas. Merece ser dito que este Plano proposto é amplo, visa abranger todo o edifício do CEE e seus sistemas construtivos.

Com base nos critérios fundamentais expostos anteriormente a respeito do conteúdo do plano, propõe-se um Plano de Manutenção e Utilização formado por seis separadores: Cadastro, Anomalia, Manutenção, Operações, Utilização e Custos. De forma sucinta, o separador Cadastro tem o objetivo de identificar e localizar o EFM e respetivo sistema construtivo, do qual é parte integrante, que será mantido.

O separador Anomalia tem a finalidade de identificar o nível das anomalias inspecionadas, que estarão sempre vinculadas ao estado e nível de conservação e também, fazer a descrição das principais causas e sintomas destas anomalias. O separador Manutenção identificará o tipo de manutenção, a prioridade da intervenção, a periodicidade para além de especificar os meios necessários para execução destas atividades, identificar a duração da atividade e registar o histórico das intervenções executadas. O separador Operações consiste na especificação do tipo de operação que o EFM se submeterá, bem como descreverá os procedimentos para cada tipo de operação, para além de se evidenciar o histórico com o registo das intervenções. O separador Utilização destina-se a descrever as características dos EFM e listar as instruções de utilização limitadas às precauções, prescrições e proibições. Por fim, o separador Custos trará a orçamentação dos custos compostos por tipo de operação e por periodicidade.

Cada uma das secções deste Plano será explicada no pormenor ao longo dos pontos seguintes da dissertação.

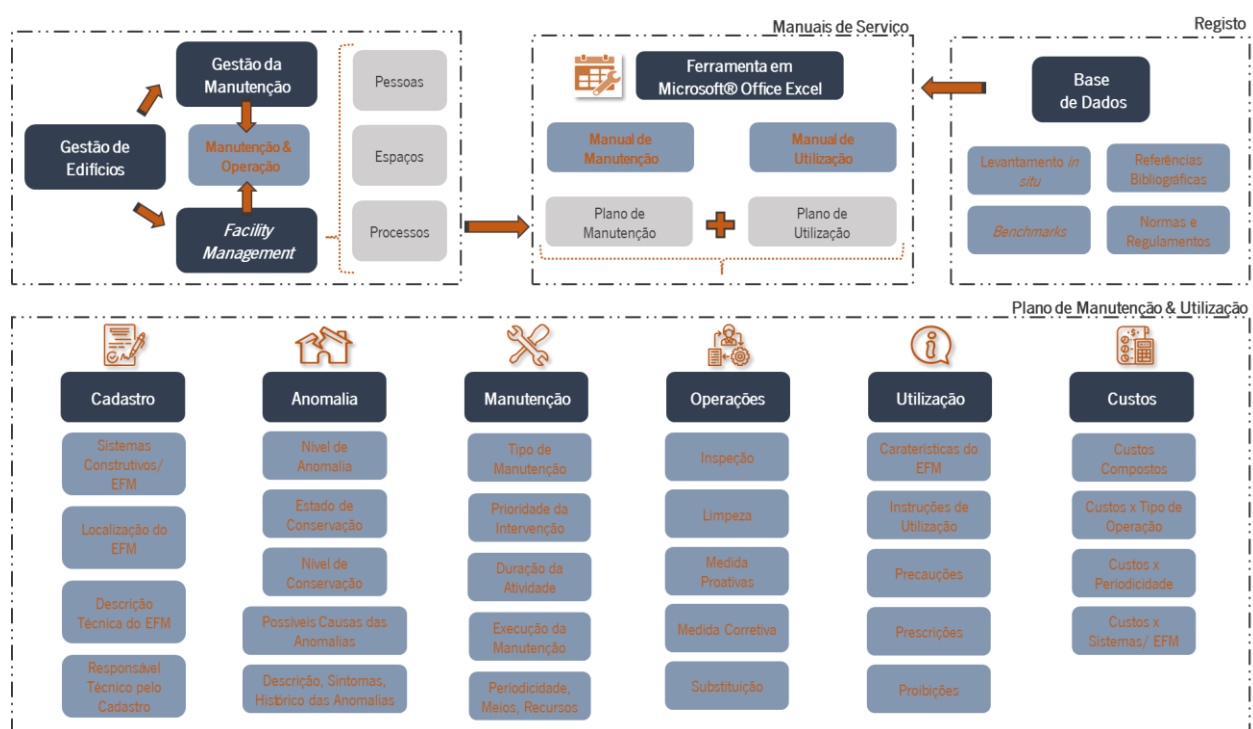


Figura 25. Estruturação do Plano de Manutenção e Utilização proposto

O Plano inicia-se com o separador identificado como "Capa" que servirá de guia para acesso à ferramenta em Microsoft® Office Excel. Cada um dos seis separadores deverá ser acedido através do clique no ícone que se pretende visualizar, conforme Figura 26. Para voltar a este separador basta clicar na seta, no canto superior esquerdo do ecrã e, de seguida, continuar a seleção dos demais separadores. Na página 2 deste mesmo separador, propõe-se manter o controlo de todas as ações de manutenção (Figura

27). A indexação será desenvolvida dentro do Método MAIER proposto nas subsecções 4.6 e 4.7 e fica como sugestão de controlo para utilização.

Sugere-se que a base de dados deste Plano seja montada através de um recurso do Microsoft® Office Excel chamado "validação de dados". Assim, o preenchimento limitar-se-á à seleção de um item de entre uma lista previamente estabelecida, o que minimiza tempo, facilita o controlo e potencia a ferramenta.



Figura 26. Excerto do separador "Capa" do Plano de Manutenção e Utilização proposto, página 1

Histórico das fichas de manutenção		
Data		Indexação (código)
Data		Indexação (código)
Data		Indexação (código)
Data		Indexação (código)
Data		Indexação (código)
Data		Indexação (código)

Figura 27. Excerto do separador "Capa" do Plano de Manutenção e Utilização proposto, página 2

4.4.1 Cadastro

Todo cadastro inicia-se por caracterizar o EFM. À partida, discorre-se sobre este tópico e, de seguida, procede-se à explicação do separador "Cadastro" proposto para o Plano de Manutenção e Utilização.

4.4.1.1 Elemento Fonte de Manutenção (EFM)

Na ótica da manutenção, um edifício é considerado um "todo", que é constituído pela soma das "partes" que são seus sistemas construtivos, decompostos em unidades menores identificadas como EFM e

componentes, cada qual apresentando mecanismos de degradação e formas de desempenho particulares e, por princípio, independentes (Calejo Rodrigues, 2001). Para Ribeiro (2016) "cada um destes elementos está associado a uma unidade do edifício e, portanto, cada um apresenta um modelo de degradação próprio, bem como um comportamento durante a vida útil diferente dos outros, sendo necessário implementar diferentes procedimentos de manutenção".

Pela revisão da literatura, percebe-se que a classificação é diversa, mas todas parecem ser uma variação da Norma Italiana UNI 8290-1:1981, supostamente tida como fonte. Essa norma apresenta uma segmentação em três níveis de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9. Classificação dos sistemas construtivos, segundo Norma UNI 8290-1 (1981). (Continua)

Classes de Unidades Tecnológicas	Unidades Tecnológicas	Classes de Elementos Técnicos
Estrutura Portante	Fundações	Diretas
		Indiretas
	Elevação	Vertical
		Horizontal e Inclinado
		Espacial
	Contenção	Vertical
Horizontal		
Envolvente	Vertical	Paredes Verticais Perimetrais
		Vãos Exteriores Verticais
	Horizontal Inferior	Pavimento Térreo
		Vãos Horizontais
	Horizontal em espaços externos	Pavimentos em Espaços Abertos
	Superior	Pavimentos em Espaços Abertos
Vãos Exteriores Horizontais		
Divisórias Interiores	Verticais	Paredes
		Vãos Interiores
		Elementos de Proteção
	Horizontais	Pavimentos
		Mezaninos
		Vãos Horizontais
Inclinadas	Escadas	
	Rampas	
Divisórias Exteriores	Verticais	Elementos de Proteção
		Elementos de Separação
	Horizontais	Varandas e Galerias
		Passeios e Pontes Pedonais
	Inclinadas	Escadas
		Rampas
Sistema de Prestação de Serviços	Ar Condicionado	Fonte de Alimentação
		Unidades Térmicas
		Unidades de Tratamento de Fluidos
		Redes de Distribuição e Terminais
		Redes de Drenagem de Condensação
		Canais de Emissão

Tabela 9. Classificação dos sistemas construtivos, segundo Norma UNI 8290-1 (1981). (Continuação)

Classes de Unidades Tecnológicas	Unidades Tecnológicas	Classes de Elementos Técnicos
Sistema de Prestação de Serviços	Sistema Hidrossanitário	Ligações
		Máquinas Hidráulicas
		Acumuladores
		Esquentadores
		Redes e Terminais de Distribuição de Água Fria
		Redes e Terminais de Distribuição de Água Quente
		Redes de Recirculação de Água Quente
		Aparelhos Sanitários
	Esgotos	Redes de Drenagem de Águas Negras
		Redes de Drenagem de Água Doméstica (Águas Cinzentas)
		Redes de Drenagem de Águas Pluviais
		Redes de Ventilação Secundárias
	Efluentes Gasosos	Fonte de Alimentação
		Máquinas
		Redes de Canalização
	Eliminação de Resíduos Sólidos	Tubos de Queda
		Canais de Emissão
	Distribuição de gás	Ligações
		Redes de Distribuição e Terminais
	Eletricidade	Fonte de Alimentação
		Ligações
		Equipamentos Elétricos
	Telecomunicações	Redes de Distribuição e Terminais
		Alimentação
		Ligações
	Transporte Fixo	Redes de Distribuição e Terminais
		Alimentação
Máquinas		
Sistema de Segurança	Anti-incêndio	Partes Móveis
		Ligações
		Sensores e Transdutores
		Redes de Distribuição e Terminais
	Aterramento	Alarmes
		Rede
	Para-raios	Dispensores
		Elementos de Captação
		Rede
	Antirroubo e Anti-intrusão	Dispensores
Fonte de Alimentação		
Detetores e Transdutores		
Rede		
Equipamento Interno	Alarmes	
	Parede de contêineres*	
Equipamento Externo	Mobiliário Doméstico	*
	Bloco de Serviços	*
	Mobiliário Coletivo Exterior	*
	Acessórios Externos	Cercas*
		Pavimentos Externos**

Nota: * a ser definido, lista não exaustiva

No entanto, Calejo Rodrigues (2001) define uma estrutura mais compacta, igualmente em três níveis, apresentada na Tabela 10 e que é seguida por outros investigadores, obviamente com adaptações caso a caso (Barros, 2008; Jesus, 2017; Leite, 2009; Magalhães, 2008; Pinto, 2010; Sá, 2016; A. da C. Tavares, 2009).

Tabela 10. Estrutura dos sistemas construtivos e EFM, segundo Calejo Rodrigues (2001)

Nível 1	Nível 2	Nível 3
Elementos edificados	Estrutura	Fundações
		Elementos Verticais
		Elementos Horizontais
	Panos de Paredes	Exteriores
		Interiores
	Cobertura	Acessível
Não Acessível		
Acabamentos	Revestimentos Horizontais	Tetos
		Pavimentos
	Revestimentos Verticais	Exteriores
		Interiores
	Vãos Exteriores	Portas
		Janelas
Vão Interiores	Portas	
Instalações	Abastecimento de Águas	Redes
		Louças e Comandos
	Esgotos	Rede
	Eletricidade	Rede
Aparelhos		
Outros	Outros	Ventilação
		Equipamentos
		Juntas
		Outros

Tendo em vista o caso de estudo, e com base nos projetos disponibilizados pela CME para o CEE propõe-se para o Plano de Manutenção e Utilização a classificação em 2 níveis, segundo a Tabela 11 e para servir como base inicial de dados. Embora isto possa ser perfeitamente ajustado às necessidades da CME, pois da forma como este método foi desenvolvido isto não é uma condição restritiva, o que realmente importa é a estruturação do Plano.

Tabela 11. Estrutura sugerida para sistemas construtivos e EFM. (Continua)

Código	Sistema Construtivo	EFM/ Componente
PAR	Parede	Paredes externas simples
		Paredes externas duplas
		Paredes internas simples (área seca)
		Paredes internas simples (área húmida)
		Muros em alvenaria
PIS	Piso	Pisos internos em cerâmica
		Pisos internos em marmoleum
		Pisos internos em mármore/ granito
		Pavimentação externa em concreto
		Pavimentação externa asfáltica
		Pavimentação externa em paralelo
		Pavimentação externa em bloco intertravado
		Pavimentação externa em pedra portuguesa
TET	Teto	Falso em gesso cartonado
		Falso em fibra mineral
COB	Cobertura	Lajes aligeiradas planas
		Lajes inclinadas
		Coberturas em policarbonato
ESQ	Esquadria	Janelas
		Portas
		Portões
		Grades em ferro
EST	Estrutura	Vigas
		Pilares
		Lajes
		Juntas de dilatação
		Escadas
		Fundações
SEL	Sistema Elétrico	Tubagens/ fiações
		Quadros elétricos/ armários
		Interruptores/ tomadas
		Luminárias/ pontos de luz (parede)
SHI	Sistema Hidrossanitário	Tubagens
		Torneiras/ registo
		Acessórios (sifões, conexões, válvulas, etc.)
		Sanitas
		Lavatórios
		Caixas de passagem
Caixas de inspeção		

Tabela 11. Estrutura sugerida para sistemas construtivos e EFM. (Continuação)

Código	Sistema Construtivo	EFM/ Componente
SAC	Sistema Acústico	Placas de Poliestireno extrudido
		Mantas de lã mineral
		Revestimento em lambrim em corticite (cortiça)
		Acessórios (suspensores, perfilaria, etc.)
TEL	Infraestrutura de Telecomunicações	Fiações
		Tubagens
		Armários
		Caixas individuais/ Caixas de aparelhagem
		Tomadas de telefone/ informática
SCI	Segurança contra Incêndio	Centrais de detecção (incêndio e monóxido de carbono)
		Detectores
		Extintores de incêndio (pó, neve carbónica, água e espuma)
		Bocas de incêndio (carretel e tipo teatro)
		Sprinkler/ sirenes/ botões de alarme
		Blocos de indicação
		Portas Corta Fogo (PCF)
EME	Equipamento Mecânico	Elevador
		Caldeira
		Aquecedor
		Radiadores

Após a definição do EFM, o separador "Cadastro" nada mais é do que o registo do EFM que deverá ser mantido. Este será sempre vinculado a um sistema construtivo e a uma identificação de número de património, quando houver. Neste cadastro deverá constar também uma breve informação descritiva sobre o EFM. Este último campo pode ser auto preenchido a partir da escolha do EFM. As demais informações são: caracterizar a localização do EFM, inserir uma foto do EFM, referir o técnico responsável pela inspeção e datar para controlo deste registo, conforme Figura 28.

Em todos os campos haverá sempre um comentário de apoio para auxiliar o preenchimento deste Plano. Quando for necessário, socorre-se a uma legenda, neste mesmo comentário, para facilitar o entendimento do significado dos termos e expressões, segundo se pode visualizar na Figura 29.

Também é possível configurar a ferramenta em Microsoft® Office Excel para, uma vez selecionado um determinado sistema construtivo, apresentar disponíveis apenas o EFM/ componente correspondente àquele sistema, conforme ilustrado na Figura 30. O preenchimento do campo "Código" será automático, após a seleção do campo "Sistema construtivo". Isto será evidenciado também em outros separadores.

Este Plano está configurado para a estruturação dos sistemas construtivos e EFM sugerido nesta subsecção.

Figura 28. Separador "Cadastro" do Plano de Manutenção e Utilização proposto

Figura 29. Excerto do separador "Cadastro" com comentários de apoio

Figura 30. Seleção de EFM através de lista prévia vinculadas ao sistema construtivo

4.4.1.2 Pormenorização do sistema de cobertura

Para esta pesquisa adotou-se a estruturação dos EFM do sistema de cobertura plana proposta por Morgado (2012) e Flores-Colen et al. (2015), na qual subdividem este sistema em 4 níveis de pormenorização. Outro critério decisivo nesta escolha é o fato destes investigadores serem referência nesta temática e terem pesquisas publicadas para a realidade portuguesa. Devido à situação pandémica (COVID-19) evidenciada nos últimos meses desta pesquisa, não foi possível inspecionar a cobertura do CEE e ajustar essa estruturação apresentada na Tabela 12. Entretanto, a metodologia permite adaptá-la, caso seja necessário. Esta estruturação fará parte da base de dados que se propõe para o Método MAIER.

Tabela 12. Estruturação dos EFM para sistema de cobertura plana

Sistema (nível 1)	Subsistema (nível 2)	Caraterística (nível 3)	EFM/ material (nível 4)
Coberturas planas	Estrutura de suporte	Contínua	Laje maciça, laje aligeirada, pré-lajes
		Descontínua	Pranchas vazadas, perfis especiais, chapas metálicas nervuradas, pranchas de madeira
	Camada de impermeabilização	Tradicional	Camadas múltiplas de asfalto, de emulsões betuminosas, de membranas, telas ou feltros betuminosos
		Não tradicional	Camadas múltiplas de resina acrílicas, de resinas poliméricas, de emulsões de betumes modificados, espumas de poliuretano, membranas de betumes modificados, membranas termoplásticas, membranas elastoméricas
	Sistema de proteção	Proteção leve	Mineral, sintético, metálica
		Proteção pesada solta	Godó, calhau ou seixo, material britado
		Proteção pesada rígida	Betonilha, pavimento, betão simples, material cerâmico, peças de madeira, materiais mistos
	Singularidades	Remates	Com platibandas ou parede emergentes
			Com coroamento de platibanda
			Em juntas de dilatação
			Com soleira de portas
			Com tubos de queda
			Com caleiras
			Com base de apoio de equipamentos diversos
			Com tubagens emergentes
		Sistema de drenagem	Caleiras
			Tubos de queda
		Alvenaria	Ralos
			Pedra natural
			Betão
		Cerâmica	

4.4.2 Anomalia

Todo o Plano de Manutenção necessita de ter em consideração as manifestações patológicas evidenciadas nas edificações para, a partir disso, adotar as ações de manutenção adequadas. O Novo Regime de Arrendamento Urbano (NRAU), aprovado pela Portaria nº 1192-B/2006, de 3 de novembro (DRE, 2006), estabelece a "ficha de avaliação do nível de conservação dos edifícios" e, portanto, classifica o nível de anomalia, o estado de conservação e o nível de conservação dos mesmos. Assim, o separador "Anomalia" irá descrever a anomalia, caracterizar o nível da anomalia, estado e nível de conservação, as possíveis causas das anomalias, listar as principais causas e sintomas, como pode ser observado na Tabela 13. É importante neste separador, manter o histórico das anomalias encontradas.

O artigo 4º da supracitada Portaria, define:

- "a) **Anomalias muito ligeiras:** ausência de anomalias, ou anomalias sem significado;
- b) **Anomalias ligeiras:** anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil execução;
- c) **Anomalias médias:**
 - i) anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de correção de difícil execução;
 - ii) anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de correção de fácil execução;
- d) **Anomalias graves:**
 - i) anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de correção de difícil execução;
 - ii) anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de correção de fácil execução;
- e) **Anomalias muito graves:**
 - i) anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de correção de difícil execução;
 - ii) anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes graves ou muito graves;
 - iii) ausência ou inoperacionalidade de infraestrutura básica" (DRE, 2006).

E, pelo mesmo regulamento, o estado e o nível de conservação são classificados conforme a Tabela 13.

Tabela 13. Classificação do estado e nível de conservação com base no nível de anomalia, segundo Portaria nº 1192-B/2006 (DRE, 2006)

Nível de anomalia	Muito ligeiras	Ligeiras	Médias	Graves	Muito graves
Estado de conservação	Excelente	Bom	Médio	Mau	Péssimo
Nível de conservação	5	4	3	2	1

Atendendo ao que foi referido, quando se determinar o nível da anomalia, automaticamente o estado e o nível de conservação ficam, igualmente, categorizados. O Plano de Manutenção sugerido na ferramenta em Microsoft® Office Excel assim o fará (*vide* Figura 31).

Menos frequente na literatura é a classificação das possíveis causas das anomalias decorrentes de problemas construtivos e funcionais, isto é, quando se observa um desvio de normalidade. Prefere-se

manter também esta classificação mesmo que ela não tenha uma relação direta com a classificação proposta na Portaria nº 1192-B/2006. Contudo, pode auxiliar no entendimento da patologia presente nas edificações. De acordo com Gomide et al. (2006 citado por Carlino, 2012) as anomalias classificam-se em:

- **Endógena:** anomalia originária da própria edificação (projeto, materiais e execução);
- **Exógena:** anomalia originária de fatores externos à edificação, provocados por terceiros;
- **Natural:** anomalia originária de fenómenos da natureza (previsíveis e imprevisíveis);
- **Funcional:** anomalia originária da utilização e término de vida útil de EFM e sistemas.

De referir que todos os campos a serem preenchidos, do Plano, encontram-se com comentários e legendas para orientar a seleção da melhor opção, conforme Figura 32.

Neste separador pode-se ainda vincular o nível da anomalia à sua descrição e principais causas/sintomas, tornando o Plano de Manutenção e Utilização sugerido mais interativo e objetivo (ver destaques na Figura 31). Acresce ainda o facto de os gráficos poderem ser automatizados após a criação do registo com o histórico das anomalias, a representar a relação entre o nível da anomalia e o EFM, ou ainda, o nível da anomalia e as possíveis causas. Aconselha-se a exploração do ficheiro designado "Plano de Manutenção e Utilização" em suporte digital.

Anomalia

Nível de Anomalia ▾

Estado de conservação ▾

Nível de conservação ▾

Possíveis causas das anomalias ▾

Descrição da Anomalias ▾
 descrição das anomalias muito ligeiras

Principais causas/ sintomas ▾
 descrição das principais causas/ sintomas das anomalias muito ligeiras

Histórico das anomalias encontradas ▾

Data	Nível da anomalia	Possíveis causas	EFM/ componente

Gráficos ▾

Figura 31. Separador "Anomalia" do Plano de Manutenção e Utilização proposto

Anomalia

Foto da anomalia:
Inserir foto da anomalia para facilitar a localização e evidenciar o registo

Foto da anomalia

Nível de Anomalia Ligeiras

Estado de conservação Bom

Nível de conservação

Possíveis causas das anomalias

Descrição da Anomalia
descrição das anomalias ligeiras

Descrição da anomalia:
Inserir uma descrição da anomalia para facilitar a caracterização da mesma

Principais causas/ sintomas

Estado de conservação:
Legenda:
Excelente: anomalias muito ligeiras
Bom: anomalias ligeiras
Médio: anomalias médias
Mau: anomalias graves
Péssimo: anomalias muito graves

Nível de conservação:
Legenda:
5: anomalias muito ligeiras
4: anomalias ligeiras
3: anomalias médias
2: anomalias graves
1: anomalias muito graves

Nível da anomalia:
Legenda:
Ligeiras: ausência de anomalias.
Muito ligeiras: anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de limpeza, substituição ou reparação de fácil execução.
Médias: anomalias que prejudicam o aspeto e que requerem trabalhos de correção de difícil execução. Anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de correção de fácil execução.
Graves: anomalias que prejudicam o uso e conforto e que requerem trabalhos de correção de difícil execução. Anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de correção de fácil execução
Muito graves: anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes sem grande gravidade, e que requerem trabalhos de correção de difícil execução. Anomalias que colocam em risco a saúde e a segurança, podendo motivar acidentes graves ou muito graves. Ausência ou inoperacionalidade de...

Figura 32. Excerto do separador "Anomalia" com comentários explicativos

4.4.3 Manutenção

Neste campo será necessário caracterizar o tipo de manutenção a ser executada no Plano, bem como a prioridade da intervenção, a periodicidade, os meios, ferramentas e recursos necessários. Para mais detalhe, ver excerto do separador "Manutenção" proposto na Figura 33.

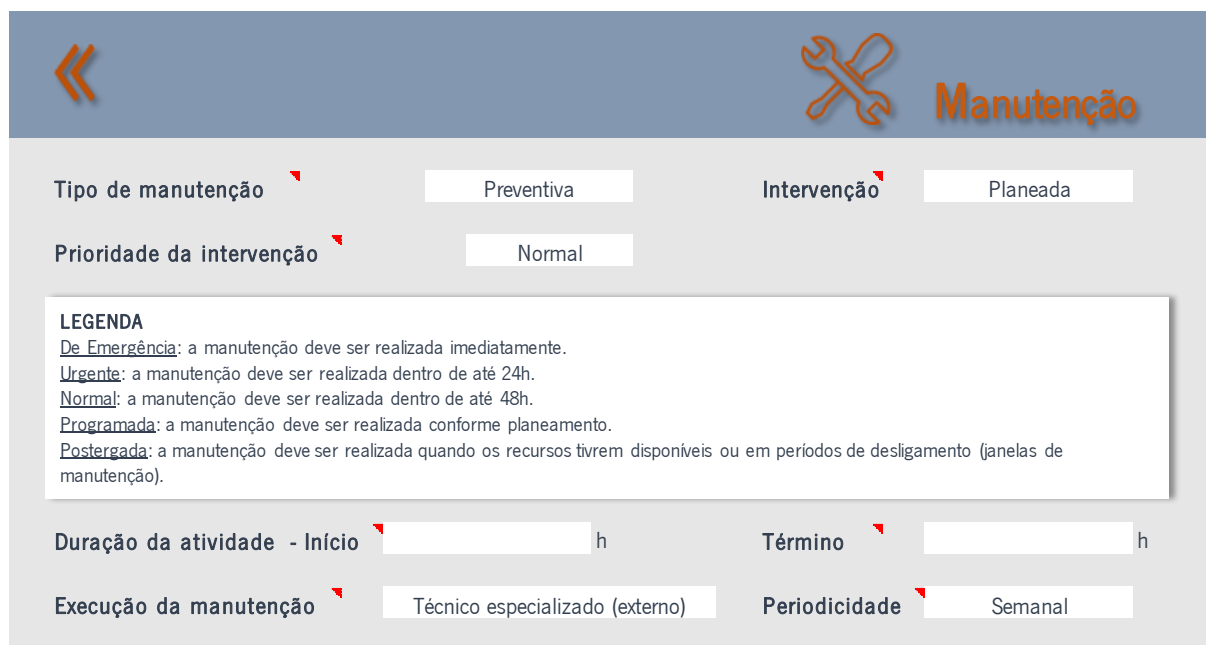
O campo "prioridade da intervenção", difere da prioridade da intervenção proposta para o Método MAIER abordado na subsecção 4.5.3. Este pretende ser, tão somente, um guia para orientar globalmente a gestão das ações de manutenção e está descrito na subsecção 2.6 do Capítulo 2.

Importa ter em mente a duração da atividade de manutenção, tendo em vista que este intervalo de tempo ajudará a estimar o custo da mão-de-obra destas atividades. Assim, sugere-se apontar o início e o término desta atividade. Também importa ter o controlo de quem executará a atividade, seja utente (equipa interna), seja técnico especializado (externo) ou empresa especializada (contratação via *outsourcing*). Isto também se vincula ao controlo das equipas e previsão de custos.

As ações de manutenção estão intrinsecamente relacionadas com a periodicidade destas atividades. Portanto, planear estas ações num período de tempo facilitará a gestão da manutenção por parte da CME.

Para além destes itens, acrescentam-se informações sobre o histórico das ações de manutenção executadas. Os gráficos podem ser automatizados após a criação do registo com o histórico das

manutenções, com a representação da relação entre o tipo de manutenção e o EFM, o tipo de manutenção e a prioridade da intervenção e, por fim, o tipo da manutenção e a periodicidade (*vide* Figura 33). Sugere-se explorar o ficheiro nomeado "Plano de Manutenção e Utilização" em suporte digital para melhor entendimento.



Manutenção

Tipo de manutenção Intervenção

Prioridade da intervenção

LEGENDA
De Emergência: a manutenção deve ser realizada imediatamente.
Urgente: a manutenção deve ser realizada dentro de até 24h.
Normal: a manutenção deve ser realizada dentro de até 48h.
Programada: a manutenção deve ser realizada conforme planeamento.
Postergada: a manutenção deve ser realizada quando os recursos tiverem disponíveis ou em períodos de desligamento (janelas de manutenção).

Duração da atividade - Início h Término h

Execução da manutenção Periodicidade

Figura 33. Excerto do separador "Manutenção" do Plano de Manutenção e Utilização proposto

4.4.4 Operações de manutenção ou tipos de operações

As operações de manutenção estão inseridas no âmbito da Gestão de Edifícios e situadas, mais precisamente, na Gestão Técnica referida no Capítulo 2. Os chamados *big-six* da manutenção são descritos por Calejo (2008 citado por Paulino, 2009). da seguinte forma:

- Inspeção;
- Limpeza;
- Pró-ação (medida proativa);
- Correção (medida corretiva);
- Substituição;
- Condições de utilização (de cariz mais subjetivo, é a condição *sine qua non* para as demais).

Tais operações são as atividades comuns e que, efetivamente, permitirão prolongar a vida útil dos diversos sistemas e componentes de uma edificação, retardando as degradações dos seus elementos e

otimizando custos. As três primeiras estão associadas a intervenções preventivas, enquanto que a correção e substituição são intervenções corretivas e que se subordinam às anteriores (Bastardo, 2008). Convém tecer uma brevíssima explicação sobre cada uma destas operações, que também estão organizadas na Figura 34 para mais fácil visualização:

- **Inspeção:** é a ação de vistoria feita na construção, desde a simples observação visual até à mais complexa, realizada com recursos laboratoriais. "As inspeções têm como objetivo identificar as causas determinantes de cada anomalia e os sinais de pré-patologia, permitindo, durante a fase de utilização, aumentar a capacidade de detetar a necessidade de intervenção e assim reduzir o número de anomalias imprevistas" (Morgado, 2012). Subdividem-se em: visual, funcional, métrica e laboratorial. A inspeção visual é a verificação de indícios ou anomalias visíveis a olho nu. Ela permite o levantamento e caracterização dos sistemas e EFM. A inspeção funcional, levada a cabo por um técnico qualificado, avalia o funcionamento do EFM e de seus componentes funcionais, como por exemplo: lubrificação, folgas, fixação, entre outros. A inspeção métrica "tem por objetivo registar as alterações de dimensões dos EFM, de planimetria e registar o aparecimento e evolução de fissuras" (Guerreiro, 2013) e também será feita por técnico especializado. Por fim, a inspeção laboratorial faz uso de instrumentação e ensaios e pode ser realizada tanto *in situ* quanto em laboratório;
- **Limpeza:** é a ação para manter o EFM isento de sujidades, poluição, agentes microbiológicos ou qualquer outra substância que reduza o seu desempenho. É a ação mais económica de entre as demais. Subdividem-se em: corrente e não-corrente. Limpeza corrente é aquela executada pelo utilizador do edifício, enquanto que limpeza não-corrente é aquela executada por equipa técnica especializada/ qualificada. Por vezes, a limpeza é negligenciada e não a executar pode contribuir, a longo prazo, para a aceleração da degradação, aparecimento de anomalias e perda de desempenho dos EFM;
- **Medida proativa:** é a ação preventiva para impedir o surgimento de anomalias ou patologia na edificação;
- **Medida corretiva:** é a ação que corrige os EFM após o aparecimento de falhas, avarias, anomalias ou qualquer outra patologia;
- **Substituição:** é a ação que visa a remoção integral do EFM (degradado ou não). Quando o EFM chega ao fim de sua vida útil ele tem que ser substituído por outro que assegure a mesma função, de forma igual ou superior.

Para as intervenções: medida proativa, medida corretiva e substituição, a literatura não apresenta subclassificações fixas dado o universo ilimitado de possibilidade.

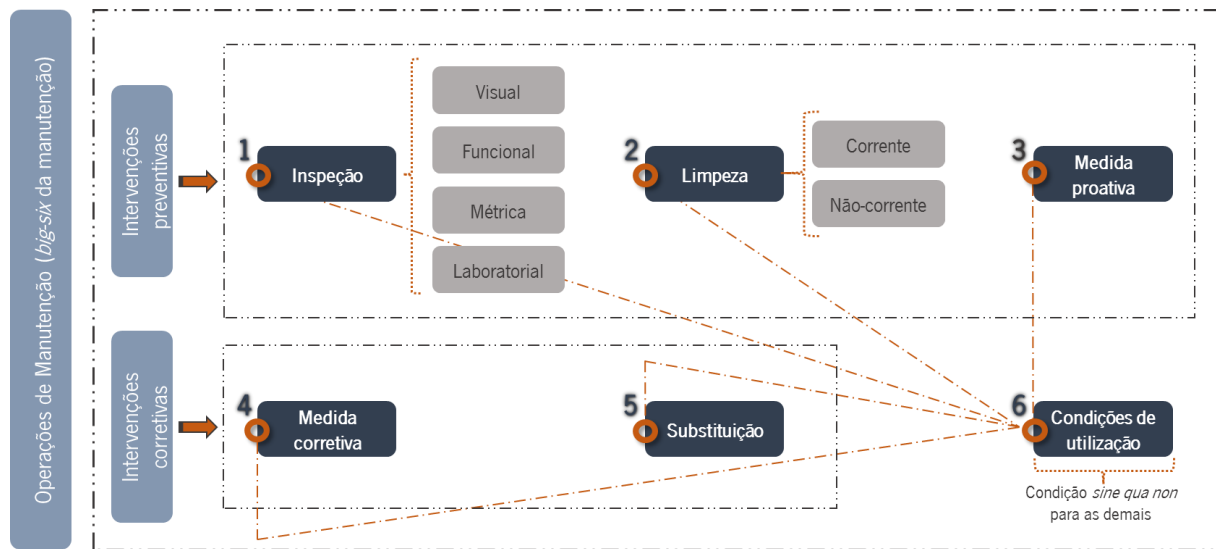


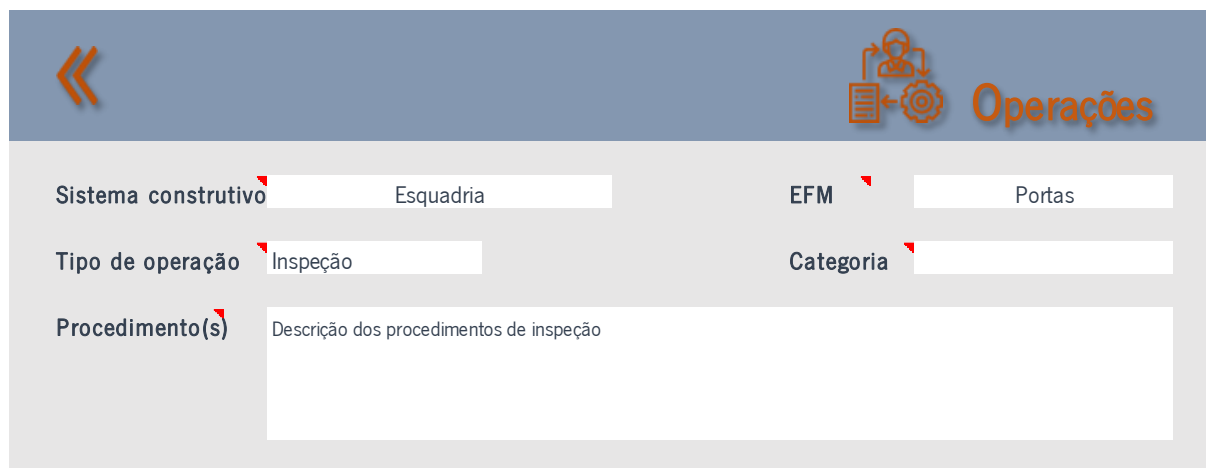
Figura 34. Operações de manutenção (*big-six* da manutenção)

Esta classificação não é absoluta entre todos os investigadores. Há uma pequena variação que merece ser descrita, pois adotou-se a supracitada classificação para a estruturação do Plano de Manutenção e Utilização e, para o Método MAIER, adotou-se a classificação baseada na fonte secundária proposta por Morgado (2012), nomeadamente:

- **Medida preditiva:** são operações proativas caracterizadas pelas inspeções;
- **Medida preventiva:** caracterizam-se pela limpeza, intervenções ligeiras, intervenções profundas e substituição. Entende-se por intervenções ligeiras as técnicas de reparação adaptadas para cada EFM, na intenção de corrigir pequenas anomalias, manifestadas em zonas localizadas e, desse modo, impedir a sua propagação, de acordo com Perret (1995 citado por Morgado, 2012). Já as intervenções profundas são aquelas que abrangem uma zona relativamente maior em relação às intervenções ligeiras, a ocorrer sobretudo no fim da vida útil do EFM e com uma periodicidade bastante superior. São intervenções decorrentes de anomalias mais gravosas e, portanto, aplicáveis a materiais mais onerosos e de elevadas vidas úteis, conforme Perret (1995) e Pirla et al. (1999), citados por Morgado (2012).

De referir que esta última classificação é detalhada na subsecção 2.5 do Capítulo 2. Ela é a subclassificação das ações proativas (ou planeadas) da manutenção.

Todo o Plano de Manutenção deve evidenciar estes tipos de intervenções, e associar o sistema construtivo e EFM ao qual ele está afetado. Cada tipo de operação terá um procedimento diferente que deverá ser descrito em campo adequado. Propõe-se um separador identificado como "Operações", segundo excerto apresentado na Figura 35. Como os demais separadores, todos os campos possuem comentários explicativos. Ver ficheiro denominado "Plano de Manutenção e Utilização" em suporte digital para mais detalhes.



The image shows a screenshot of a software interface for the 'Operações' (Operations) section. At the top, there is a blue header with a back arrow on the left and an icon representing operations (a person with a gear) on the right, followed by the text 'Operações'. Below the header, the form is organized into several sections:

- Sistema construtivo:** A dropdown menu with 'Esquadria' selected.
- EFM:** A dropdown menu with 'Portas' selected.
- Tipo de operação:** A dropdown menu with 'Inspeção' selected.
- Categoria:** A dropdown menu that is currently empty.
- Procedimento(s):** A large text area with the placeholder text 'Descrição dos procedimentos de inspeção'.

Figura 35. Excerto do separador "Operações" do Plano de Manutenção e Utilização proposto

4.4.5 Utilização

Como nesta investigação se está a propor um Plano de Manutenção integrado no Plano de Utilização, o separador "Utilização" direciona as considerações referentes exclusivamente aos utentes, onde estarão listadas, basicamente: a caracterização do EFM, as instruções adequadas à sua utilização, relacionará as possíveis normas e/ou regulamentos que fazem referência a este EFM e descreverá, de forma sucinta, as precauções, prescrições e proibições. Aconselha-se também listar as medidas de segurança na utilização destes EFM e componentes (Figura 36). Muitas destas instruções de utilização podem ser obtidas através dos catálogos técnicos dos produtos e manuais de boas práticas disponibilizados pelos fornecedores e fabricantes.

Ressalta-se que, como este separador é direcionado exclusivamente para os utilizadores, a escrita da base de dados seja a mais facilitada e direta possível, para evitar termos técnicos e específicos que dificultem a compreensão, pois, como já foi referido na subsecção 4.3.2, muitas anomalias presentes nos edifícios decorrem de erros na utilização e manutenção.

Caraterísticas EFM/ componente

Caraterística EFM/ componente:
 Descrever a caraterística do EFM/ componente em sua utilização

Instruções adequadas para utilização do EFM/ componente

Instruções para utilização do EFM/ componente:
 Listar as instruções adequadas para utilização do EFM/ componente

Normas relacionadas

Normas relacionadas:
 Se possível, listar as normas e/ou regulamentos relacionados ao EFM que se pretende

Figura 36. Excerto do separador "Utilização" do Plano de Manutenção e Utilização proposto

4.4.6 Custos

No entendimento de M. S. Tavares (2014), o "controlo dos custos é uma tarefa cuja importância é incontestável". No entanto, há vários modelos que tentam estimar o custo da manutenção. A complexidade é tamanha por envolver vários outros fatores. Importa fazer a ressalva de que o *life-cycle cost* (LCC) difere do *whole-life cost* (WLC), como demonstrado na Figura 37 (Soares, 2013, com adaptações) e referido pela ISO 15686-5:2017.

De acordo com a ISO 15686-5:2017 ("ISO," 2020), o LCC "é o custo de um ativo ou de suas partes, ao longo do seu ciclo de vida, enquanto cumpre os requisitos de desempenho" e o WLC representam "todos os custos significativos e relevantes iniciais e futuros e os benefícios de um ativo, ao longo do seu ciclo de vida, enquanto cumpre os requisitos de desempenho". Portanto, o LCC é uma parte do WLC. O LCC foi desenvolvido na década de 60 pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos, segundo Silva S. (2011 citado por Jesus, 2017).

Para Abreu, Dias e Requeijo (2015), os custos anuais de manutenção (€/m²) são delimitados pelos custos de manutenção preventiva dos sistemas do edifício, como também, pelos custos de substituição e de fim de vida útil destes sistemas. Os custos de operação "podem incluir aluguer, tarifas, seguros, energia e outros custos de inspeção ambiental/regulatória, impostos e encargos locais", segundo a ISO 15686-5:2017.

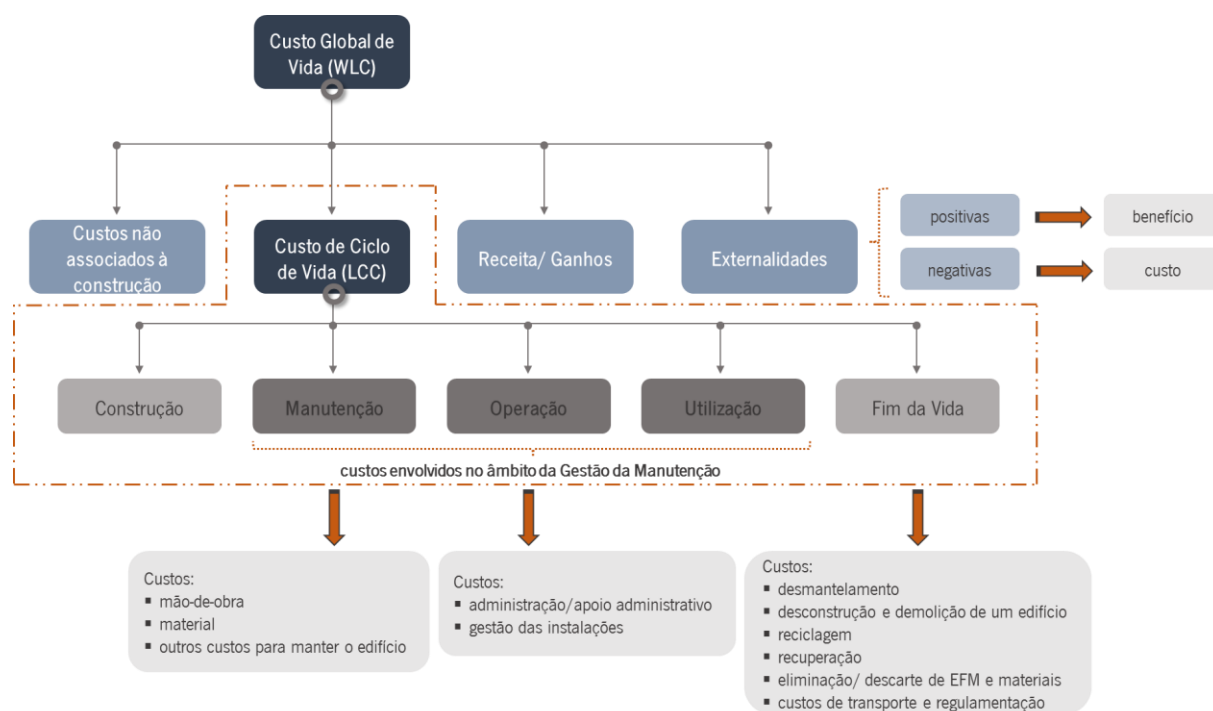


Figura 37. Diferença entre WLC e LCC, com adaptações de Soares (2013)

Quando se abordam questões de custo-benefício é notória a falta de visibilidade dos custos, ou "*iceberg* dos custos", termo cunhado pelo americano Benjamin S. Blanchard em 1992 e ilustrado na Figura 38.

Os custos diretos – visíveis ou quantificáveis – de manutenção representam apenas a ponta do *iceberg*. Estes custos são relativamente bem conhecidos e administráveis (custos com aquisições, materiais, serviços, por exemplo); enquanto que os custos indiretos – invisíveis ou não quantificáveis – são submersos e estão associados aos custos com utilização e manutenção. A parte visível representa os efeitos de curto prazo e a parte submersa representa os efeitos de longo prazo. Nos custos de longo prazo incluem-se as despesas operacionais, custos de aprendizagem, custos com reposição de *stock*, entre outros (Blanchard, 2002; Gonçalves, 2014; Pintelon & Muchiri, 2009).

Nesta direção, Gonçalves (2014) reforça que, atualmente, os edifícios devem ser considerados como um investimento, isto é, um ativo, nos quais devem ter em conta os custos além da construção, mas também os custos decorrentes da fase operacional.

De referir que nos primeiros vinte anos da fase de utilização do edifício, verifica-se a necessidade imediata de intervenção em dois períodos distintos: nos primeiros três anos e entre o oitavo e o décimo quinto ano. Em termos percentuais, os custos no primeiro período representam algo entre 0,3% e 0,8% do valor de construção e os custos no segundo período variam entre 1% e 5% desse valor (num intervalo de

confiança de 80%). Este estudo, desenvolvido para a realidade portuguesa em 1996, consta no Memorando sobre Manutenção e Reabilitação de Edifícios²⁹, citado por Flores-Colen & Brito (2015).



Figura 38. *Iceberg* dos custos

Com fundamento na norma ISO 15686-5, Jesus (2017) analisou na sua dissertação o cálculo do custo do ciclo de vida do edifício resumido na Equação 1.

$$C_T = C_C + C_{MP} + C_{MC} + C_S + C_E \quad (\text{Equação 1})$$

onde,

C_T – Custo do ciclo de vida do edifício;

C_C – Custo da construção;

C_{MP} – Custo da manutenção preventiva;

C_{MC} – Custo da manutenção corretiva;

C_S – Custo de substituição;

C_E – Custo de exploração.

Nota-se que neste método, como em outros métodos propostos (Bastardo, 2008; Chai, 2011; Magalhães, 2008) deve ser estimado o custo inicial de construção. Diante da complexidade na estimativa de custos, a abordagem dos custos não faz parte dos objetivos desta dissertação, tendo em vista que a

29 4ª Jornadas de Construções Cívicas - Manutenção & Reabilitação de Edifícios, Porto, 1996, 3 p.

essência desta investigação é propor a metodologia para a gestão. Contudo, ainda que em breves linhas, pontuam-se tais conceitos para orientar a CME para a importância em relação a este quesito. Assim, o separador "Custos" sugere o controlo através da estimativa de custos compostos (material + mão-de-obra) dos tipos de operação a serem executados. Através do registo destes custos, é possível estimar custos num intervalo de tempo, de acordo com a periodicidade das atividades de manutenção, conforme Figura 39. A visualização destes custos – quer em percentagens, quer em valores – pode ser demonstrada através dos gráficos sugeridos: custos x tipo de operação, custos x periodicidade e custos x sistemas construtivos/ EFM.

A base de dados "Gerador de Preços Compostos" da *CYPE Software* para Engenharia e Construção pode ser utilizada para pesquisa destes preços compostos, pois há preços de referência para a realidade portuguesa e é acessível de forma gratuita (fonte: <http://www.geradordeprecos.info/>). Nesta plataforma há um separador exclusivo para coberturas planas, como apresentado na Figura 40.

Conclui-se que toda a metodologia proposta para este Plano de Manutenção e Utilização obedece à mesma lógica na seleção dos critérios e estruturação dos separadores. A manter, deste modo, uma unidade e integração da ferramenta desenvolvida em Microsoft® Office Excel. Não se pretende esgotar todo o referencial teórico acerca da Gestão da Manutenção neste Plano, mas sobretudo direcionar de forma objetiva e evidenciar o essencial quanto ao controlo e Gestão da Manutenção de edifícios. A ferramenta pode ser adaptada, caso a caso, campos podem ser omitidos ou acrescentados, dependendo das necessidades particulares da CME. Também a base de dados pode ser ajustada aos ativos públicos que se pretende gerir.



Custos compostos por tipo de operação

- Custo de inspeção
- Custo de limpeza
- Custo de medidas proativas
- Custo de medidas corretivas
- Custo de substituição

Totais - custos compostos (€)

Valor (€)

€ -

Custos compostos por tipo de operação:
Quantificar os custos compostos (material + mão-de-obra) por tipo de operação de manutenção

Gráfico 1 - custos x tipo de operação

Gráfico 1 - custo x tipo de operação:

Evidenciar o custo x tipo da operação
ps: sugestão através de gráfico de rosca com percentagens

Custos por periodicidade de manutenção (€)

- Custo semanal
- Custo quinzenal
- Custo mensal
- Custo trimestral
- Custo semestral
- Custo anual
- Custo bienal
- Custo trienal
- Custo quinquenal
- Custo decenal
- Custo a cada 15 anos
- Custo a cada 20 anos
- Custo a cada 25 anos
- Custo a cada 30 anos
- Custo a cada 50 anos

Totais - custos acumulados (€)

Valor (€)

€ -

Custos por periodicidade de manutenção:
Quantificar os custos compostos (material + mão-de-obra) por periodicidade das atividades de manutenção

Gráfico 2 - custos x periodicidade

Gráfico 2 - custo x periodicidade:

Evidenciar o custo x periodicidade

Gráfico 3 - custos x sistema construtivo/ EFM

Gráfico 3 - custos x sistema construtivo/ EFM:

Evidenciar o custo x sistema construtivo/ EFM

ps: sugestão através de gráfico de rosca com percentagens

Figura 39. Separador "Custos" do Plano de Manutenção e Utilização proposto com comentários

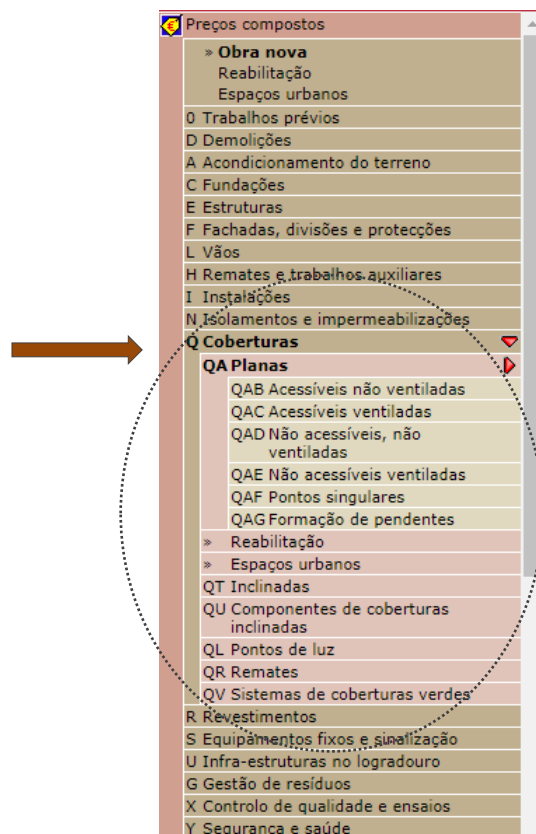


Figura 40. Excerto do "Gerador de Preços Compostos" da *CYPE Software*

4.5 Fatores determinantes na Gestão da Manutenção

É prática corrente a investigação fazer uso de *benchmarks*. A revisão da literatura evidenciou a produção de várias metodologias no campo de atuação da Gestão da Manutenção. Entretanto, cada uma delas cingiu-se a um objetivo muito concreto e, em geral, foi aplicada a um caso específico. No que se refere à manutenção, far-se-á uso destas referências massivamente pesquisadas especialmente em relação a:

- exigências funcionais,
- processo de degradação,
- prioridade de intervenção,
- durabilidade e vida útil dos sistemas construtivos e EFM,
- periodicidade da manutenção,
- descrição das anomalias,
- ações de inspeção, corretivas e preventivas para os EFM.

Obviamente, foram feitos os ajustes à situação abordada utilizando bom senso e alguma sensibilidade. Além disso, quando necessário, recorreu-se aos regulamentos e normas existentes.

No estudo em causa, não se pode chegar ao estado desejado sem antes analisar estas referências, ainda que de forma sucinta (Figura 41). Na sequência, alguns destes parâmetros serão descritos com maior detalhe, enquanto outros já foram citados ao longo deste Capítulo.

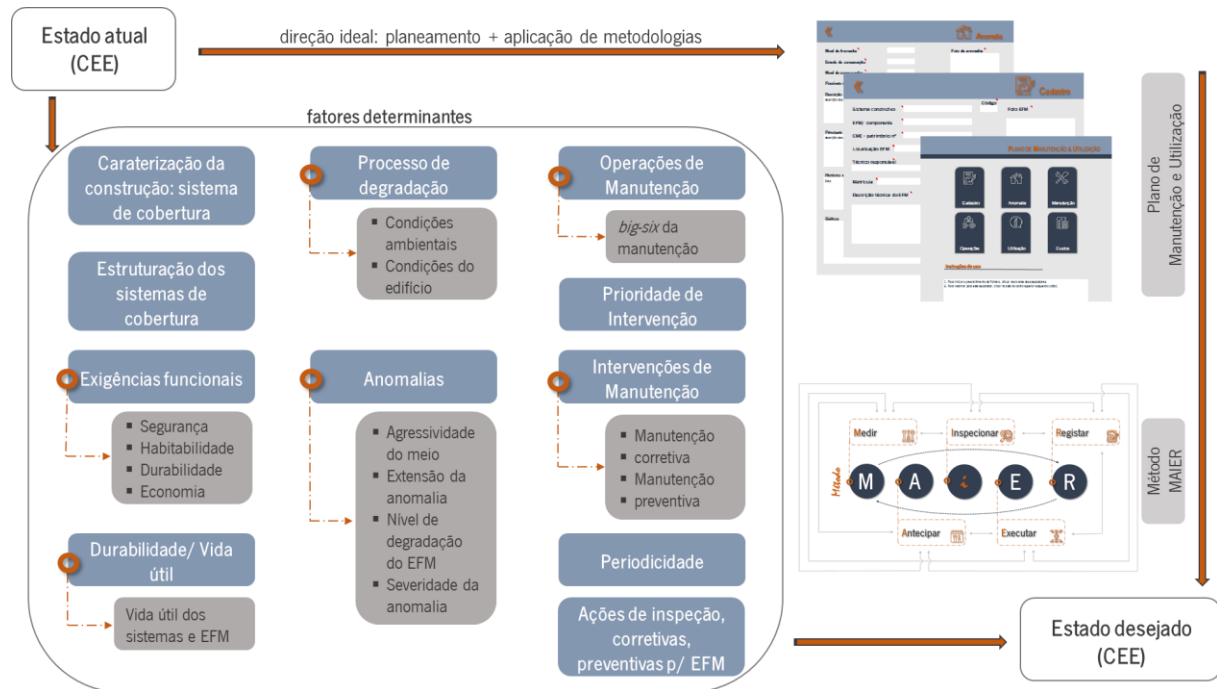


Figura 41. Fatores determinantes na fundamentação da metodologia proposta

4.5.1 Exigências funcionais

Embora o Anexo I do Decreto Lei nº 4 (2007) liste as exigências essenciais das obras, em condições normais de manutenção, para um período de vida útil economicamente razoável, importa para esta dissertação ter presente as exigências funcionais do sistema de cobertura, não para pormenorizá-las, mas sim para ter conhecimento de alguns requisitos de durabilidade – manutenção e agentes de potencial degradação aos quais os EFM das coberturas estão sujeitos – e que são os maiores enfoques desta pesquisa. Assim, adotou-se a classificação descrita na Tabela 14, por Rato e Brito (2003), por se entender que ela é bastante ampla. Ressalva-se que esta classificação é para coberturas inclinadas, sendo perfeitamente adaptável às coberturas planas. De referir que estas exigências estavam referidas na ISO 6241:1984 que foi revogada pela ISO 19208:2016.

Tabela 14. Exigências funcionais para coberturas inclinadas, segundo Rato e Brito (2003)

Exigências funcionais para coberturas inclinadas			
Segurança	Segurança estrutural	Dimensionamento para combinações de ações	
	Segurança contra incêndio	Comportamento ao fogo dos elementos de construção	
		Reação ao fogo dos materiais	
	Resistência a ações inerentes ao uso normal	Ações de punçoamento	
		Ações de choques acidentais	
Ação dos agentes atmosféricos			
Segurança contra as intrusões			
Habitabilidade	Estanqueidade	À água	
		Às poeiras/ permeabilidade ao ar	
	Conforto higrotérmico	Conforto de Inverno	Isolamento térmico
			Susceptibilidade a condensações
		Conforto de Verão	Isolamento térmico
			Proteção solar
	Conforto acústico	Ruídos aéreos	
		Ruídos de percussão	
	Conforto visual	Iluminação natural	
		Refletividade da camada de proteção	
Aspeto	Exterior		
	Interior		
Pureza do ar			
Iluminação			
Durabilidade	Conservação das características dos materiais	Conservação das resistências mecânicas	
		Estabilidade dimensional	
		Resistência aos agentes químicos	
		Comportamento ao gelo-degelo	
	Limpeza, manutenção e reparação		
Economia	Limitação do custo global	Custos de construção	
		Custos de conservação, manutenção e reparação	
Outras exigências	Estabilidade geométrica		
	Processo construtivo		
	Sustentabilidade		

4.5.2 Processo de degradação

Toda e qualquer edificação degradar-se-á com o passar dos anos tendo em conta o processo natural de envelhecimento e a exposição aos efeitos climáticos aos quais se sujeitam. Porém, este processo é lento e pode levar décadas para ser evidenciado, o que dificulta o seu estudo num certo intervalo de tempo (Lopes, 2005).

Quando se pretende aferir a durabilidade dos sistemas construtivos e dos seus elementos, é inerente o estudo tanto do estado de conservação, quanto do processo de degradação destes materiais. A NP EN 13306:2007, refere degradação como "evolução irreversível de uma ou mais características de um bem relacionado com a passagem do tempo, a duração de utilização ou a uma causa externa". A Figura 42 ilustra os principais fatores que podem influenciar na degradação, de onde se infere a complexidade na

determinação exata do processo de degradação de um sistema ou EFM. É através da análise destes fatores que se compreende o processo patológico (Lopes, 2005).

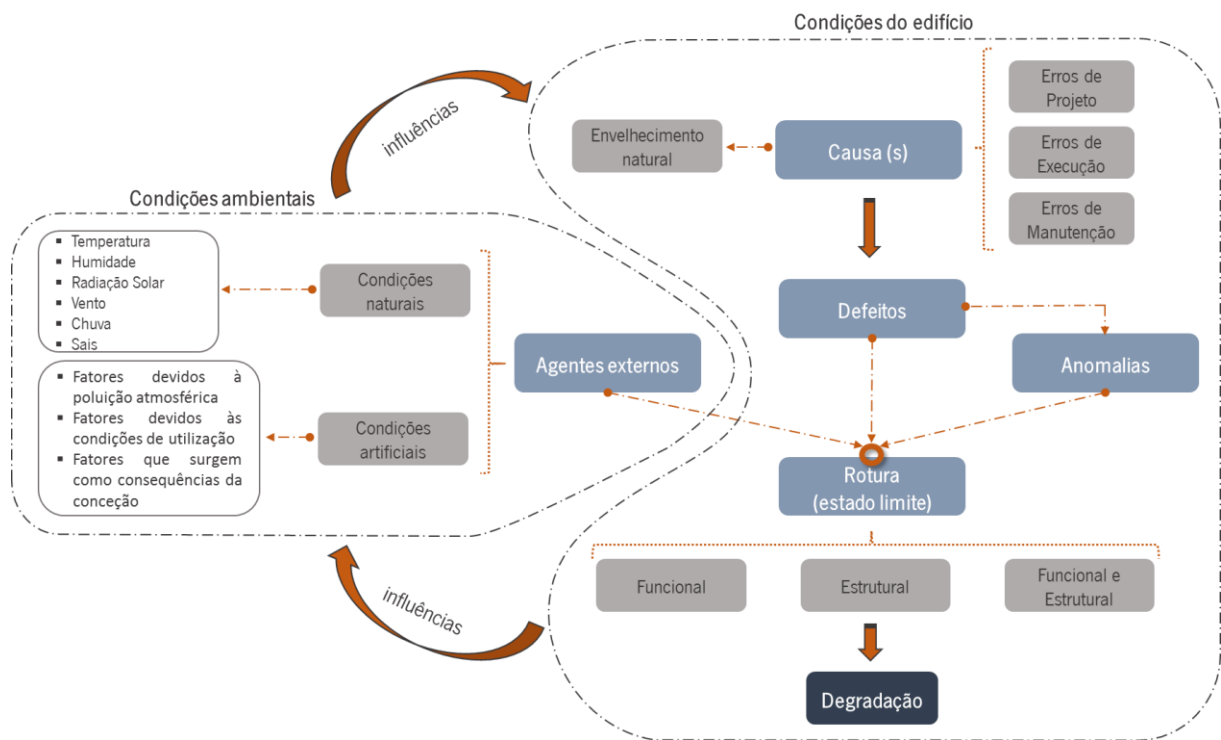


Figura 42. Processo de degradação dos edifícios, com adaptações de CIB W86, 1983 (citado por Barros, 2008)

A literatura caracteriza alguns métodos experimentais e analíticos – descritivo, estatístico, determinístico, probabilístico, fatorial, de engenharia – para prever a vida útil ou simular o comportamento global do edifício ou parte dele (Almeida, 2010; Barros, 2008; Calejo Rodrigues, 2001; Machado, 2013; Morgado, 2012; Primo, 2008). Devido à complexidade destas análises, que envolvem inclusive ensaios laboratoriais, esta dissertação não pretende chegar a tal exaustão, mas tão somente dar conhecimento desta existência.

Assim, os principais fatores de degradação prematura dos sistemas de cobertura estão, em suma, associados aos fatores atmosféricos, para além da má execução dos seus elementos. Os parâmetros de maior destaque são: água, temperatura, radiação solar, vento, agentes químicos, poluição devido ao tráfego e uso indevido (Griffin, 1984; Hodges, 1999 e Pirla et al., 1999 citados por Morgado, 2012).

4.5.3 Prioridade de intervenção

Especialmente tratando-se de manutenção de coberturas, importa estabelecer critérios para determinar a prioridade de intervenção. Morgado (2012) na sua dissertação descreve em detalhe os modelos e os multicritérios investigados por outros pesquisadores. Para o caso em estudo, assume-se a proposta de

Morgado (2012) apresentada na Tabela 15, por entender que ela é direcionada ao sistema de coberturas³⁰ da realidade portuguesa e por compilar – com maior ou menor rigor – os demais modelos investigados por ele. De notar que a agressividade do meio é o fator menos impactante de entre todos no quesito de ponderação para a prioridade de intervenção.

Tabela 15. Critérios de classificação de anomalias em coberturas, segundo Morgado (2012)

Critério	Nível	Descrição	Pontuação	Fator multiplicativo
Agressividade do meio	Reduzido	Meio rural	1	1
	Médio	Meio urbano	2	
	Alto	Zona costeira	3	
Extensão da anomalia	Reduzido	≤ 20%	1	2
	Médio	21% a 70%	2	
	Alto	≥ 70%	3	
Nível de degradação do EFM	0	Sem degradação relevante	1	3
	1	Degradação superficial	2	
	2	Degradação moderada	3	
	3	Degradação acentuada	4	
Severidade da anomalia	A	Influência negativa no aspeto estético	1	4
	B	Aumento considerável dos encargos de posteriores ações de manutenção	2	
	C	Diminuição da durabilidade dos elementos	3	
	D	Funcionalidade do edifício afetada	4	
	E	Perigo para a segurança dos utentes	5	

O CEE está situado numa zona costeira, portanto de alta agressividade. Não justificaria manter esse critério já que toda a análise será para a mesma edificação. Contudo, preferiu-se mantê-lo, pois caso a CME replique esta metodologia em outras edificações, o método sugerido já fica previamente organizado e bem estruturado.

Após esta classificação em multicritérios, Morgado (2012) adota as fórmulas da Equação 2 e Equação 3³¹ para determinar o indicador de escalonamento para cada anomalia e EFM para finalmente chegar a uma graduação de prioridade de intervenção, sintetizados na Tabela 16.

$$P_{anomalia} = 1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S \quad (\text{Equação 2})$$

$$P_{intervenção} = \frac{P_{anomalia}}{\text{Max}(P_{anomalia})} \times 100 = \frac{1 \times A + 2 \times E + 3 \times D + 4 \times S}{41} \times 100 \quad (\text{Equação 3})$$

onde,

$P_{anomalia}$ – peso de cada anomalia em análise

30 Nesta pesquisa foram inspecionadas 60 coberturas (34 coberturas inclinadas e 26 coberturas planas) em Lisboa e Setúbal nos meses de abril, maio e julho de 2011. Para maiores detalhes recomenda-se a leitura desta dissertação (Morgado, 2012).

31 Estas equações foram desenvolvidas por Flores-Colen & Brito (2006) e Madureira (2011) e estão referenciadas na investigação de Morgado (2012).

$P_{\text{intervenção}}$ – indicador para o escalonamento da prioridade de intervenção

A – agressividade do meio

E – extensão da anomalia em análise

D – nível de degradação do EFM

S – severidade da anomalia em análise

Tabela 16. Classificação de prioridade de intervenção para EFM de coberturas, com adaptações de Morgado (2012)

Nível	Prioridade de intervenção	Ações de manutenção	$P_{\text{intervenção}}$
1	Ações sem urgência	*	$24\% \leq P_{\text{intervenção}} \leq 40\%$
2	Ações a médio prazo com necessidade de monitorizar	2 a 5 anos	$41\% \leq P_{\text{intervenção}} \leq 60\%$
3	Ações a curto prazo	1 a 2 anos	$61 \leq P_{\text{intervenção}} \leq 80\%$
4	Ações de prioridade imediata	6 meses	$81\% \leq P_{\text{intervenção}} \leq 100\%$
Nota: * quando necessário			

Assim, foi estabelecido por Morgado (2012) que os dois níveis mais urgentes (3 e 4) de intervenção são aqueles onde a prioridade de intervenção está entre 61% e 80% ou superior a 81% e recomenda-se que as ações de manutenção sejam executadas num prazo de 1 a 2 anos e 6 meses, respetivamente. O nível mais baixo (1) não representa grande impacto, pois estas anomalias não teriam efeito negativo no funcionamento de todo o sistema de cobertura. Entretanto, é bastante evidente a presença destas anomalias em edifícios correntes, o que justifica manter a classificação deste nível. Caso os critérios estabelecidos na Tabela 15 tivessem todos os parâmetros mínimos, isto equivaleria a 24% de $P_{\text{intervenção}}$ que já está contemplada no nível 1. Valores inferiores a este ficaram de fora desta análise. No entanto, para o caso em estudo esse valor nunca será 24%, pois o Município de Esposende apresenta grau de agressividade alto (e a pontuação será sempre 3).

Os dados referentes ao caso em questão estão pormenorizados na subsecção 4.7.3 designada "Inspeccionar" neste mesmo Capítulo.

4.5.4 Durabilidade e vida útil dos sistemas construtivos e EFM

"Uma cobertura submetida a uma manutenção ineficaz poderá sofrer uma diminuição de 18 a 20% da sua vida útil em comparação com uma cobertura em situações normais" (Kyler e Kalinger, 1997 citados por Morgado, 2012). Este é um dos motivos para o estudo da vida útil e durabilidade dos sistemas construtivos. No âmbito da manutenção, é justamente através da análise da durabilidade das construções que se pode:

- "prever a vida útil dos materiais, componentes, sistemas e edifícios;
- definir estratégias de manutenção e substituição dos elementos de construção;
- estimar o custo da manutenção, reabilitação ou substituição dos EFM, componentes ou sistemas, ao longo da vida útil, dentre outros" (Primo, 2008).

A EOTA através do *Guidance Document 002* (European Organisation for Technical Approvals, 1999) relaciona a durabilidade das construções com a durabilidade dos produtos, fazendo depender do nível (categoria) de duração pretendido, conforme Tabela 17. No entanto, este guia refere que a vida útil do produto "não pode ser interpretada como uma garantia dada pelo produtor, mas considerado apenas como um meio para a escolha correta dos produtos em relação à expectativa de vida útil economicamente razoável para a obra". Assim ela será um pressuposto básico e referência no quesito durabilidade.

Tabela 17. Durabilidade das construções vs. durabilidade dos produtos, segundo EOTA GD 002 (1999)

Vida útil (estado limite) das construções (anos)		Vida útil dos produtos de construção com base em ETAGs ¹ , ETAs ¹ e hENs ¹		
Categoria	Anos	Categoria		
		Reparável ou facilmente substituível	Reparáveis ou substituível com mais alguns esforços	Toda a vida da construção ³
Pequeno	10	10 ²	10	10
Médio	25	10 ²	25	25
Normal	50	10 ²	25	50
Longo	100	10 ²	25	100

Notas:

1 ETAGs: *European Technical Approval Guidelines*. ETAs: *European Technical Approval*. hENs: *Harmonized Standards*.

2 Em casos excepcionais e justificados, para certos produtos de reparação, podem ser previstas vida útil inferior.

3 Situações em que não são reparáveis ou substituíveis.

A Norma ISO 15686-1:2011 especifica os princípios gerais de planeamento de vida útil para edifícios novos e existentes listados na Tabela 18 e apresenta uma estrutura para a realização desse planeamento de vida útil. Estes princípios gerais também podem ser usados para tomar decisões sobre manutenção e requisitos de substituição. "Em edifícios existentes, a estimativa da vida útil aplica-se principalmente à estimativa da vida útil residual dos componentes que já estão em serviço e à seleção de componentes para, e ao detalhe de, reparações e novos trabalhos" ("ISO," 2020).

Tabela 18. Durabilidade do edifício e seus componentes, segundo ISO 15686-1 (citado por Primo, 2008)

Durabilidade do edifício (anos)	Elementos estruturais ou sem acesso (anos)	Elementos cuja substituição é onerosa (anos)	Elementos facilmente substituíveis (anos)	Serviços (anos)
Ilimitada	Ilimitada	100	40	25
150	150	100	40	25
100	100	100	40	25
60	60	60	40	25
25	25	25	25	25
15	15	15	15	15
10	10	10	10	10

Estas referências são importantes porque estão concatenadas à vida útil e periodicidade da manutenção. Assunto a ser explicado na subsecção 4.5.5.

Branco (2003 citado por Lopes, 2005) menciona que o investimento na durabilidade das construções é uma das principais apostas da construção sustentável, pois minimiza os gastos energéticos das construções de raiz que substituirão os edifícios obsoletos. Neste contexto, a durabilidade é inversamente proporcional à exploração de recursos naturais (renováveis ou não), ao consumo de água e de energia, ao teor de poluentes emitidos pelas indústrias e ao transporte das matérias-primas e dos produtos, entre outros.

No que concerne à vida útil dos sistemas de coberturas, as referências citadas por Flores-Colen et al. (2015) e Morgado (2012), baseadas em referências internacionais, são bastante completas e serão usadas como *benchmarks* por conter um grau de detalhe na sua estruturação já que caracterizam os subsistemas, tipos de materiais e tipo de cobertura (plana para o caso em questão), de acordo com a Tabela 19.

Tabela 19. Vida útil dos EFM dos sistemas de cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012)

Sistema (nível 1)	Subsistema (nível 2)	Material	Vida útil	Vida útil proposta na base de dados
Coberturas planas	Estrutura de suporte	Madeira	35	35
		Metálica	35	
		Betão armado	50	
	Camada de impermeabilização	Asfalto	30	20
		Betume	20	
		Plásticos	20	
	Camada de proteção	Mineral	25	25
		Sintético	25	
		Metálico	25	
		Betão	50	
	Sistema de drenagem	Madeira	35	15
		Metálico	35	
		PVC	15	
		Fibra de vidro	20	
	Sistema de remates	Asfalto	25	25
		Metálicos	25	
		Membranas betuminosas		
	Elementos de fixação	Membranas asfálticas	20	
Metálicos				
Alvenaria da cobertura	Cerâmica	50		
	Pedra natural			
	Betão			

Por intermédio de uma extensiva pesquisa, Morgado (2012) compilou os valores mínimos e máximos para vida útil dos diversos elementos do sistema de cobertura plana. Após este estudo, ele sintetizou numa média de valores e ajustou os mesmos propondo a vida útil destes elementos, como mencionado

na Tabela 19. Para efeitos desta pesquisa, serão levadas em consideração estas vidas úteis aquando da delimitação da periodicidade. No entanto, como o investigador detalha a vida útil associada a um tipo de material e suprimiu-se a história *in situ*; assume-se, por defeito, o valor mais baixo e único por subsistema – nível 2, apenas para aplicabilidade da base de dados do Método MAIER proposto (última coluna da tabela), visto que as instalações do CEE estão em serviço há mais 10 anos e a edificação não tem plano de manutenção.

No entendimento de Morgado (2012), as discrepâncias de valores para vida útil devem-se à não consideração de fatores de condicionamento, como a agressividade do meio e a possibilidade de se efetuarem ações de manutenção ao longo da vida útil. Inclusive, este autor afirma que a norma ASTM (2004) é vaga em informação, limitando-se a descrever apenas um intervalo, não fazendo referência ao tipo de revestimento ou material das coberturas inclinadas. E conclui que, o que deveria ser expectável era que os materiais aplicados aos sistemas de cobertura tivessem igual durabilidade à vida útil do edifício. Entretanto, isto somente é possível se as ações de manutenção de tais elementos construtivos ocorrerem com a periodicidade recomendada.

4.5.5 Periodicidade da manutenção

Durante o desenvolvimento desta investigação, foram estudadas algumas referências sobre periodicidade. Há investigações bastante sólidas que serviram de base para propor a periodicidade para a Metodologia da Gestão da Manutenção do CEE. A dissertação elaborada recentemente por Jesus (2017) compila algumas destas informações. Contudo, no que diz respeito a periodicidade dos sistemas de cobertura esta dissertação é bastante genérica, limitando-se a apresentar apenas a periodicidade de coberturas invertidas e claraboias. Na ausência de outros *benchmarks* recorreu-se à literatura nacional, pois certamente esta é mais próxima da realidade local em relação a materiais, sistemas construtivos e outros fatores determinantes, como no caso das investigações publicadas por Flores-Colen et al. (2015) e Morgado (2012) que já detalham melhor tais informações.

Compilam-se estas informações para o caso real, classificados por EFM, segundo a Tabela 20. Em termos de aplicabilidade do Método MAIER, assume-se, como periodicidade para a base de dados, a última coluna proposta na Tabela 20. Regra geral, consideram-se os menores valores pois os sistemas construtivos do CEE têm mais de uma década em serviço e nunca sofreram intervenções profundas no quesito de manutenção. Chama-se à atenção de que a base de dados foi estruturada levando em consideração a vida útil proposta na Tabela 19. Assim sendo, o ciclo máximo da intervenção visualizada

na base de dados será esta vida útil. A partir daí, supõe-se que os sistemas construtivos e/ou EFM deverão ser substituídos.

Tabela 20. Periodicidade dos sistemas de cobertura, com adaptações de Flores-Colen et al. (2015) e Morgado (2012).
(Continua)

Subsistema (nível 2)		Tipo de Intervenção	Periodicidade (em anos)	Referências bibliográficas	Periodicidade proposta
Estrutura de suporte	Madeira	Limpeza	15	Albano, 1995	15
		Intervenções ligeiras	10	Perret, 1995	10
			15	Pirila et al., 1999	
		Intervenções profundas	quando necessário	Barros, 2008	
			25	Perret, 1995	25
		25 a 40	Barros, 2008		
	Metálica	Limpeza	15	Albano, 1995	15
		Intervenções ligeiras	10	Perret, 1995	10
			quando necessário	Barros, 2008	
		Intervenções profundas	25	Perret, 1995	25
			25 a 40	Barros, 2008	
		Betão armado	Limpeza	15	Albano, 1995
Intervenções ligeiras	10		Perret, 1995	10	
	quando necessário		Barros, 2008		
Intervenções profundas	25		Perret, 1995	25	
	30 a 50	Barros, 2008			
Camada de impermeabilização	Limpeza	1	Abate et al.,2009;	1	
	Intervenções ligeiras	quando necessário	Albano, 1995; Barros, 2008; Perret, 1995	2	
		2	Leite, 2009		
	Intervenções profundas	20	Albano, 1995	10	
		10 a 20	Barros, 2008		
		30	Abate et al.,2009		
Camada de proteção	Limpeza	1	Abate et al.,2009; Albano, 1995; Barros, 2008; Perret, 1995	1	
	Intervenções ligeiras	quando necessário	Albano, 1995; Barros, 2008; Perret, 1995	3	
		3	BFCLM, 1999; HAPM, 1999		
	Intervenções profundas	20	Albano, 1995	10	
		10 a 20	Barros, 2008		
Sistema de drenagem	Limpeza	1	Barros, 2008; Leite, 2009; Perret, 1995	1/2	
		1/2	Abate et al.,2009; Albano, 1995; Pirila et al., 1999; BFCLM, 1999; HAPM, 1999		
	Intervenções ligeiras	7	Perret, 1995	7	
		quando necessário	Albano, 1995; Barros, 2008		
	Intervenções profundas	15	BFCLM, 1999; HAPM, 1999	10	
		7	Albano, 1995		
10		Abate et al.,2009			

Tabela 20. Periodicidade dos sistemas de cobertura, com adaptações de Flores-Colen et al. (2015) e Morgado (2012).
(Continuação)

Subsistema (nível 2)	Tipo de Intervenção	Periodicidade (em anos)	Referências bibliográficas	Periodicidade proposta
Sistema de remates	Limpeza	1	Albano, 1995, Abate et al.,2009, Ferreira, 2009, Leite, 2009, Rodriguez, 2005	1
	Intervenções ligeiras	5	Pirla et al., 1999	5
	Intervenções profundas	15	BFCLM, 1999; HAPM, 1999	15
Elementos de fixação e elementos metálicos	Limpeza	1	Albano, 1995	1
	Intervenções ligeiras	5	Albano, 1995	5
		5 a 10	Barros, 2008	
Intervenções profundas	quando necessário	Albano, 1995; Barros, 2008	10	
Elementos de alvenaria da cobertura	Limpeza	1	Albano, 1995	1
	Intervenções ligeiras	11	Albano, 1995	11
	Intervenções profundas	25	Albano, 1995	25
Notas:				
Abate D., Towers, M., Dotz, R. e Romani, L. <i>The whitestone facility maintenance and repair cost reference</i> . USA, 2009, 484 p.				
Albano, J. <i>La maintenance des bâtiments en 250 fiches pratiques</i> , Editions Le Moniteur. Paris, 1995				
Barros, P. Processos de manutenção técnica de edifícios - Plano de manutenção de coberturas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2008, 135 p.				
Ferreira, L. Rendimento e custos em atividades de manutenção de edifícios - coberturas de edifícios correntes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, IST, Lisboa, 2009, 122 p.				
Leite, C. Estrutura de um plano de manutenção de edifícios habitacionais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, FEUP, Porto, 2009, 200 p.				
Perret, J. <i>Guide de la maintenance des bâtiments</i> . Paris: Moniteurs Référence Technique. Paris, 1995.				
Pirla, S. <i>Manual de mantenimiento de edificios - el libro del técnico mantenedor</i> . Madrid, Espanha, 1999.				
Rodriguez, J. <i>La cubierta del edificio</i> , Thomson paraninfo. Madrid, Espanha, 2005, 269 p.				
BFCLM. <i>Building fabric component life manual</i> . E&FN Spon. UK, 1999, CD.				
HAPM. <i>Component Life Manual</i> CD-ROM. E&FN Spon, UK, 1999, CD.				

Algumas das rotinas de manutenção podem ser igualmente consultadas em regulamentos internacionais, especificações técnicas dos fabricantes dos produtos, nos manuais de manutenção dos equipamentos ou em literatura específica. Entretanto, sublinha-se a necessidade de existir bom senso na utilização destes *benchmarks*. Por vezes, estima-se uma determinada vida útil, mas não se especifica para qual tipo de solução construtiva ou material ela será aplicável.

4.5.6 Descrição das anomalias

Para a CIB W086 (1993, citado por Leite, 2009) uma anomalia “é uma indicação de possível defeito ou problema, que é diretamente visível ou mensurável”.

Por intermédio da revisão da literatura, adotou-se a compilação das anomalias de EFM para coberturas planas descrito por Morgado (2012) por ser a que mais se adequa ao caso em estudo (Tabela 21). Como é óbvio, a base de dados pode ser adaptada ao CEE e outras edificações através da supressão das

anomalias não evidenciadas e do acréscimo de outras anomalias que não constam nesta lista. Como citado anteriormente, a Tabela 21 é apenas um *benchmark* que pode ser adaptável, caso a caso.

Tabela 21. Anomalias para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continua)

EFM de coberturas planas	Código Anomalia	Anomalia existente
Anomalias na estrutura de suporte	A-ES-1	Deformação excessiva
	A-ES-2	Fendilhação/ fraturação
	A-ES-3	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-ES-4	Degradação biológica, por efeito de fungos, insetos xilófagos
	A-ES-5	Desagregação
	A-ES-6	Esmagamentos localizados
	A-ES-7	Falta de resistência, contraventamento ou rigidez
	A-ES-8	Empolamentos
	A-ES-9	Corrosão
	A-ES-10	Humidades
Anomalias na camada de impermeabilização	A-CI-1	Fissuração generalizada
	A-CI-2	Fissuração localizada
	A-CI-3	Perfurações
	A-CI-4	Rasgamentos
	A-CI-5	Enrugamentos ou dobras
	A-CI-6	Empolamentos ou bolsas de ar
	A-CI-7	Descolamento e juntas de sobreposição das membranas
	A-CI-8	Juntas de sobreposição das membranas sem largura uniforme
	A-CI-9	Deformação acentuada sob os apoios de lajetas de sombreamento
	A-CI-10	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-CI-11	Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-CI-12	Acumulação de vegetação parasitária
	A-CI-13	Ausência de impermeabilização
Anomalias na camada de proteção	A-CP-1	Granulado mineral removido em áreas significativas
	A-CP-2	Autoproteção da membrana fissurada ou rasgada
	A-CP-3	Granulado mineral acumulado nas zonas mais abrigadas da ação do vento
	A-CP-4	Material rolado ou britado deslocado para zonas mais abrigadas do vento
	A-CP-5	Dimensão do agregado muito variável
	A-CP-6	Espessura insuficiente da camada de material rolado ou britado
	A-CP-7	Lajetas de sombreamento partidas e desniveladas
	A-CP-8	Inexistência de juntas de esquadramento
	A-CP-9	Descolamento de ladrilhos colados
	A-CP-10	Fissuração / fratura de ladrilhos
	A-CP-11	Eflorescência
	A-CP-12	Fissuração da betonilha ou da camada de betão da proteção pesada
	A-CP-13	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-CP-14	Acumulação de água e manchas de corrosão em locais pontuais
	A-CP-15	Acumulação de vegetação parasitária
Anomalias no sistema de drenagem	A-SD-1	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-SD-2	Manchas de água
	A-SD-3	Fissuração/ fraturação
	A-SD-4	Fraca inclinação e secção das caeiras
	A-SD-5	Rotura das caeiras
	A-SD-6	Corrosão
	A-SD-7	Perfurações
	A-SD-8	Inexistência de tubos de queda
	A-SD-9	Inexistência de ralos de embocadura

Tabela 21. Anomalias para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continuação)

EFM de coberturas planas	Código Anomalia	Anomalia existente
Anomalias no sistema de remates	A-SR-1	Fissuração dos remates
	A-SR-2	Fissuração dos remates nas juntas de dilatação
	A-SR-3	Insuficiente altura dos remates
	A-SR-4	Fluência ou deslizamento dos remates
	A-SR-5	Inadequado capeamento do coroamento das platibandas
	A-SR-6	Descolamento dos remates
	A-SR-7	Sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
Anomalias nos elementos de fixação e elementos metálicos	A-EF-1	Corrosão
	A-EF-2	Aperto insuficiente ou excessivo dos elementos de fixação
	A-EF-3	Excesso ou ausência de fixações
	A-EF-4	Perda de resistência
	A-EF-5	Descasque
	A-EF-6	Faturação e perda de secção
Anomalias na alvenaria da cobertura	A-AC-1	Fissuração/ faturação
	A-AC-2	Sujidade superficial e acumulação de detritos
	A-AC-3	Acumulação de vegetação parasitária
	A-AC-4	Desagregação
	A-AC-5	Esmagamento
	A-AC-6	Presença de infiltrações
	A-AC-7	Humidificação da alvenaria

4.5.7 Ações de inspeção, preventivas e corretivas para os EFM

Em manutenção, ter conhecimento das ações que deverão ser realizadas é tão crucial quanto a própria manutenção em si. Estas rotinas direcionam o responsável técnico pela manutenção e orientam de forma correta a adoção das medidas prudentes. Logo, interessa saber quais as ações de inspeção, corretivas e preventivas adequadas a cada EFM da cobertura. Estas ações farão parte da base de dados do separador "Medir" do Método MAIER proposto na subsecção 4.7.1 deste Capítulo.

Assim, propõem-se as principais ações de inspeção para os EFM no caso da cobertura plana do CEE, de acordo com a Tabela 22 e estipuladas por Morgado (2012).

A Tabela 23 elenca as ações preventivas para os EFM da cobertura plana do CEE. Nota-se que tais ações se relacionam com o tipo de operação (limpeza, intervenções ligeiras, profundas e substituição), enquanto que as ações corretivas se vinculam, sobretudo, às anomalias comumente presentes nos EFM correspondentes, conforme Tabela 24. A base de dados utilizada para estas ações foi a dissertação de mestrado de Morgado (2012), por ser a investigação mais aprofundada e completa sobre a temática (cobertura).

Tabela 22. Ações de inspeção para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012)

EFM	Ações de Inspeção
Estrutura de suporte	Verificação do estado de limpeza da estrutura de suporte, independentemente do material aplicado
	Verificação da estrutura de suporte em madeira, com o intuito de controlar a sua estabilidade
	Verificação da existência de humidades
	Verificação de existência de deformações e desprendimentos, independentemente do tipo de material aplicado
	Verificação do estado de conservação da estrutura de suporte em madeira, tendo em consideração ataques de insetos xilófagos e fungos de podridão, que poderão provocar degradação prematura do elemento
	Verificação de zonas corroídas em estruturas de suporte metálicas
Camada de impermeabilização	Verificação do estado do elemento: fissuração; perfuração; arrancamento; descolamento; formação de pregas e empolamentos
	Verificação do estado de limpeza do elemento, independentemente do material aplicado
	Verificação da existência de humidades, lâminas de água ou zonas corroídas, devido a elementos de fixação
	Verificação da possibilidade de acumulação de detritos, impedindo o correto escoamento de água
Camada de proteção	Verificação do estado do elemento: fissuração, arrancamento, arrastamento de material leve
	Verificação do estado de limpeza e acumulação de detritos que poderão impedir o correto escoamento da água
	Verificação da existência de humidades, lâminas de água ou zonas corroídas, devido a elementos de fixação
Sistema de drenagem	Verificação do estado de limpeza
	Verificação de zonas corroídas caso sejam aplicados materiais metálicos
	Verificação do correto escoamento das águas, ou seja, possibilidade de obstrução do sistema
Sistema de remates	Verificação do estado de limpeza
	Verificação do estado do elemento: fissuração, empolamentos, descasque, descolamento
	Verificação do correto funcionamento do elemento
Elementos de fixação/ elementos metálicos	Verificação da existência de elementos corroídos
	Verificação do correto funcionamento dos elementos de fixação
Elementos de alvenaria da cobertura	Verificação do estado de conservação do elemento: fissuração, infiltrações, descasque
	Verificação do estado de limpeza (sujidade superficial e acumulação de vegetação parasitária)

Tabela 23. Ações preventivas para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continua)

EFM	Tipo de Intervenção	Ações Preventivas
Estrutura de suporte	Limpeza	Caso seja possível, limpeza com jato de água ou escovagem manual, de modo a eliminar a sujidade superficial e acumulação de detritos
	Intervenções ligeiras	Aplicação de produtos anticorrosivos, antifungicidas e antitérmitas, dependendo do material aplicado na estrutura de suporte. Reparação de anomalias com gravidade e extensão pouco consideráveis
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação/ substituição generalizada caso o estado de degradação do elemento seja consideravelmente elevado. Substituição total da estrutura de suporte caso se preveja necessário ou no fim da sua vida útil
Camada de impermeabilização	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual da camada de impermeabilização, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária, caso a impermeabilização seja autoprotetida
	Intervenções ligeiras	Aplicação de produtos antifungicidas ou antiraízes de modo a prevenir o seu aparecimento. Reparação de fissuras, empolamentos, descolamentos localizados
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação de anomalias com gravidade considerável e cuja extensão seja elevada. Caso se verifique uma degradação considerável, substituição total da camada de impermeabilização e aplicação de materiais mais adequados

Tabela 23. Ações preventivas para EFM de coberturas planas, segundo Morgado (2012). (Continuação)

EFM	Tipo de Intervenção	Ações Preventivas
Camada de proteção	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual da camada de proteção, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras ou desprendimentos localizados
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação com gravidade e extensão elevadas e que prejudicam consideravelmente a funcionalidade do sistema. Substituição parcial ou total do elemento caso se verifique um estado de degradação muito acentuado
Sistema de drenagem	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial e acumulação de detritos
	Intervenções ligeiras	Tratamento de pequenas fissuras e infiltrações. Aplicação de produtos anticorrosivos em sistemas metálicos. Aplicação de produtos antifungicidas
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação de elementos cujo nível de degradação é consideravelmente elevado (elementos partidos ou com fissuração e infiltrações generalizada). Substituição do sistema caso se verifique ser mais vantajoso ou no final da sua vida útil
Sistema de remates	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual do sistema de drenagem, de modo a eliminar sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária
	Intervenções ligeiras	Reparação de pequenas fissuras ou infiltrações, empolamentos localizados
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação de fissurações generalizadas ou infiltrações. Caso se verifique vantajoso, substituir o sistema por materiais mais adequados e assim melhorar todo o funcionamento da cobertura
Elementos de fixação/ elementos metálicos	Limpeza	Não aplicável
	Intervenções ligeiras	Lubrificação e reajuste dos elementos (apertos/ folgas)
	Intervenções profundas/ substituição	Aplicação de produtos anticorrosivos antecipadamente ao seu aparecimento. Caso se verifique um estado de degradação acentuado, substituição dos elementos de fixação por outros com características melhores, tendo em consideração o meio de agressividade
Elementos de alvenaria da cobertura	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de eliminar a sujidade superficial, acumulação de detritos e vegetação parasitária. Implementação de produtos fungicidas e possivelmente antiraízes
	Intervenções ligeiras	Reparação de anomalias pontuais da alvenaria e do revestimento, como fissuras e possíveis infiltrações. Aplicação de argamassas apropriadas, com o intuito de eliminar as anomalias em causa
	Intervenções profundas/ substituição	Reparação de anomalias generalizadas (fissuração generalizada, fraturação, humedificação da alvenaria, infiltrações profundas), que poderão prejudicar o elemento em causa, assim como o restante sistema de cobertura. Caso se verifique ser vantajoso, adotar a substituição parcial ou total do elemento

Tabela 24. Ações corretivas para EFM da cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012). (Continua)

EFM	Anomalias	Tipo de Intervenção	Ações Corretivas
Estrutura de suporte	A-ES-2 Fissuração/ fraturação	Intervenções ligeiras	Reparação dos elementos afetados com utilização de produtos elásticos e ligantes no assentamento e no fechamento das fissuras
	A-ES-7 Falta de resistência, contraventamento ou rigidez	Intervenções profundas/ substituição	Reforço da estrutura de suporte. Substituição total do elemento, caso se verifique necessário
	A-ES-10 Humidade	Intervenções ligeiras	Diagnóstico complementar para apurar a presença de humidade

Tabela 24. Ações corretivas para EFM da cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012). (Continuação)

EFM	Anomalias	Tipo de Intervenção	Ações Corretivas
Camada de impermeabilização	A-CI-1 Fissuração generalizada A-CI-2 Fissuração localizada A-CI-3 Perfurações A-CI-4 Rasgamentos A-CI-5 Enrugamentos ou dobras A-CI-6 Empolamentos	Intervenções profundas/ substituição	Substituição dos elementos afetados. Fiscalização de modo a que a nova camada seja colocada corretamente (remoção e limpeza dos detritos). Aplicação de materiais com adequadas propriedades (resistência aos agentes atmosféricos e uma aderência eficaz)
	A-CI-10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual, associada com a utilização de solventes próprios
	A-CI-11 Manchas de água ou corrosão	Intervenções ligeiras	Limpeza da camada de impermeabilização. Substituição do elemento por outro com maior pendente, caso se verifique necessário
	A-CI-12 Acumulação de vegetação parasitária	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de posteriormente aplicar produtos antifúngicas e antiraízes
Camada de proteção	A-CP-1 Material rolado ou britado deslocado para zonas isoladas A-CP-3 Espessura insuficiente do material rolado	Intervenções ligeiras	Substituição do tipo de sistema de proteção, por outro com características adequadas aos diversos fatores atmosféricos
	A-CP-6 Descolamento dos ladrilhos	Intervenções profundas/ substituição	Substituição total ou parcial da camada de proteção
	A-CP-7 Fissuração/ fraturação	Intervenções ligeiras	Injeção de um produto aglutinante. Substituição dos elementos afetados, caso se verifique necessário
	A-CP-8 Eflorescências	Limpeza	Limpeza com jato de água e detergente neutro
	A-CP-10 Sujidade superficial ou acumulação de detritos	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual, associada com a utilização de solventes próprios
	A-CP-11 Acumulação de manchas de água ou corrosão	Intervenções profundas/ substituição	Substituição do elemento, com o intuito de aumentar a pendente da cobertura. Limpeza da camada de proteção com o intuito de eliminar as manchas de corrosão
	A-CP-12 Acumulação de vegetação parasitária	Limpeza	Limpeza com jato de água, ar comprimido ou escovagem manual, com o intuito de posteriormente aplicar produtos antifúngicas e antiraízes
Sistema de drenagem	A-SD-1 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e vegetação parasitária	Limpeza	Limpeza com água corrente e um solvente neutro. Aplicação de jato de água e, caso se verifique necessário, aplicar produtos químicos. Aplicação de produtos antifúngicas e antiraízes
	A-SD-2 Manchas de água	Intervenções ligeiras	Limpeza do elemento com o intuito de eliminar a acumulação de detritos. Caso se verifique necessário, substituição das caleiras e aumentar a sua pendente
	A-SD-3 Fissuração/ fraturação	Intervenções profundas/ substituição	Substituição dos elementos afetados

Tabela 24. Ações corretivas para EFM da cobertura plana, com adaptações de Morgado (2012). (Continuação)

EFM	Anomalias	Tipo de Intervenção	Ações Corretivas
Sistema de drenagem	A-SD-4 Fraca inclinação das caleiras	Intervenções profundas/ substituição	Substituição do elemento. Aumento da inclinação da caleira
	A-SD-6 Corrosão	Intervenções profundas/ substituição	Limpeza através da lixiviação, vapor de água ou água quente a pressão e produtos tensioativos. Repintar e aplicar a proteção anticorrosiva
	A-SD-7 Perfurações	Intervenções profundas/ substituição	Substituição total ou parcial do elemento
	A-SD-8 Inexistência/ insuficiência de ralos de embocadura A-SD-9 Inexistência/ insuficiência de tubos de queda	Intervenções profundas/ substituição	Redimensionamento do sistema de drenagem e colocação de um maior número de ralos de embocadura e tubos de queda
Sistema de remates	A-SR-1 Fissuração/ fraturação A-SR-2 Empolamentos A-SR-3 Altura insuficiente dos remates A-SR-6 Descolamento dos remates	Intervenções profundas/ substituição	Substituição dos elementos afetados. Fiscalização de modo a que a nova camada seja colocada corretamente (remoção e limpeza dos detritos). Aplicação de materiais com adequadas propriedades (resistência aos agentes atmosféricos e uma aderência eficaz)
	A-SR-7 Acumulação de detritos ou vegetação parasitária	Limpeza	Limpeza com escovagem manual e solventes apropriados. Aplicação de produtos antifungicidas e antirraízes
Elementos de fixação/ de elementos metálicos	A-EF-1 Corrosão	Intervenções profundas/ substituição	Substituição dos elementos de fixação afetados por outros em aço inoxidável (meio costeiro) ou aço galvanizado (meio rural ou urbano). Aplicação de um capuz plástico, de modo a apresentarem maior resistência aos agentes atmosféricos. No caso de elementos de serralharia, deve-se realizar a remoção e aplicação de uma membrana protetora. Aplicação de produtos anticorrosivos
	A-EF-4 Perda de resistência	Intervenções ligeiras	Reforço dos elementos de serralharia. Substituição, caso se verifique necessário
	A-EF-5 Descasque	Intervenções ligeiras	Reparar os elementos através da decapagem, seguindo-se a limpeza, aplicação do primário e membrana anticorrosiva
	A-EF-6 Perda de secção	Intervenções profundas/ substituição	Substituição dos elementos afetados
Elementos de alvenaria da cobertura	A-AC-1 Fissuração/ fraturação	Intervenções ligeiras	Reparação dos elementos afetados com utilização de produtos elásticos e ligantes no assentamento e no fechamento das fissuras. Substituição dos elementos afetados
	A-AC-2 Sujidade superficial ou acumulação de detritos e manchas de corrosão A-AC-3 Acumulação de vegetação parasitária	Limpeza	Limpeza com jato de água com ou sem abrasivos, escovagem manual, jato de ar comprimido. Aplicação de produtos químicos como antifungicidas. Aplicação de uma adequada ventilação
	A-AC-4 Desagregação	Intervenções profundas/ substituição	Reparação dos elementos afetados com utilização de produtos elásticos e ligantes. Substituição do elemento, caso se verifique necessário

Para efeitos do preenchimento da base de dados do Método MAIER, no separador "Inspeccionar", as demais anomalias não listadas na Tabela 24, assumem, como ação corretiva, o tipo de operação mais básico: limpeza. Obviamente, estas medidas podem ser ajustadas às necessidades de cada sistema construtivo/ EFM e edificação pública, aquando da aplicação desta metodologia.

4.6 Estruturação do Método MAIER

Após a revisão da literatura e o estudo sobre os princípios fundamentais da Gestão da Manutenção, foi possível estruturar com solidez o Método MAIER. De início, a intenção era compilar as informações cruciais que seriam sintetizadas em alguns verbos de ações que comporiam a metodologia. Nada muito extenso. Era intenção identificar este Método como forma de dar maior autenticidade a investigação. O que foi feito através de um dos apelidos da autora – MAYER – com um pequeno ajuste na escrita, a substituir a letra "Y" por "I".

Corroborando esta intenção, este método necessitava basear-se nos anseios da CME que objetivamente desejavam:

- ter conhecimento do que manter (sistema construtivo e EFM),
- evidenciar a localização do EFM que deve ser mantido (onde),
- em que tempo (periodicidade),
- de que modo (ação de intervenção) e
- quanto a intervenção custaria (estimativa de custo).

Embora se perceba que há uma gama de outros fatores determinantes que devem ser levados em consideração, conforme abordado na subsecção 4.5 deste Capítulo, para se conseguir obter uma resposta mais exata ou fiável.

Os cinco verbos que compõem o Método MAIER – Medir, Antecipar, Inspeccionar, Executar e Registrar – relacionam-se entre si com maior ou menor intensidade e tentam responder com precisão ao que a CME almeja. A Figura 43 ilustra os verbos de ação do Método MAIER e sua inter-relação. De notar que o ciclo é retroalimentado no seu início e fim. Tudo que se pretende "Medir" será necessário "Registrar" e assim ter o controlo desta informação. O contrário também é verdadeiro: somente se consegue controlar (registrar) o que se tem conhecimento sobre, ou seja, somente se gere o que se consegue medir, mensurar, dimensionar. Nas subsecções seguintes apresenta-se esta metodologia em pormenor.

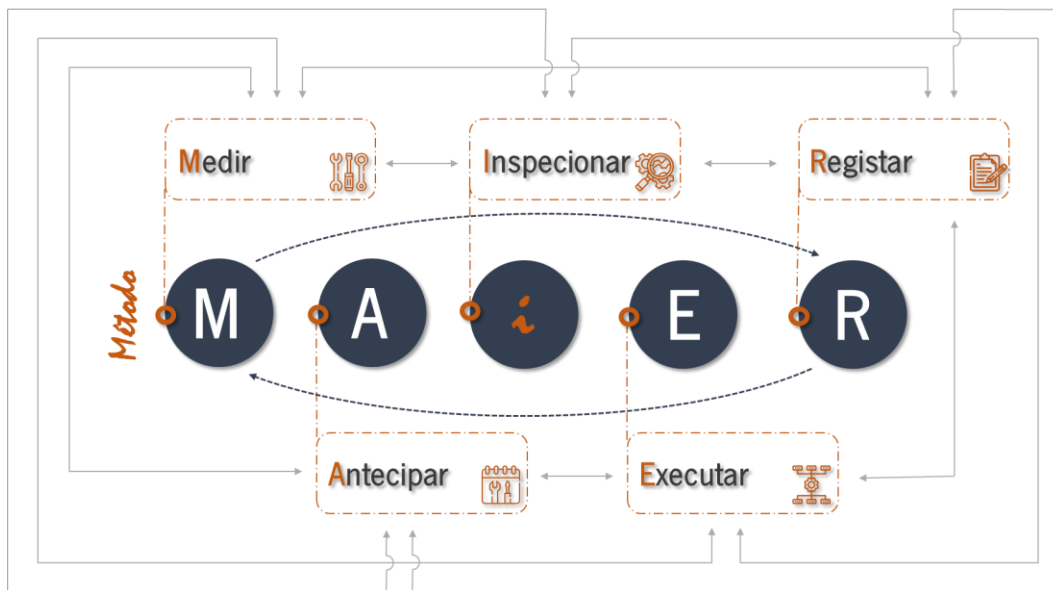


Figura 43. O Método MAIER e seus verbos de ação

4.7 Método MAIER

Segundo M. A. de Oliveira (2017), "organizações maduras atingem os seus objetivos de qualidade, prazos e custos de forma consistente e eficiente". Refere ainda que a palavra maturidade esteja presente em várias áreas do conhecimento, inclusive na gestão de projetos, bem como nas dimensões qualitativas das organizações ou nos procedimentos de modelação e desenvolvimento de sistemas. É certo afirmar que as corporações alinham que seus resultados serão diretamente proporcionais ao nível de maturidade delas. Fica a referência de que esta abordagem também está referida na Norma ISO 9004:2010.

No universo da manutenção e com este pensamento no grau de maturidade e melhoria contínua das organizações, propõe-se o Método MAIER por se entender que, fazendo uso de processos de melhoria e reengenharia³², as organizações, no caso a CME, têm o potencial de agregar valor às suas estruturas e obter benefício dos esforços oriundos desta nova mentalidade na gestão.

O objetivo primordial desta investigação consiste no desenvolvimento de uma ferramenta simples, objetiva, eficiente, funcional, de fácil entendimento e visualização, com acesso às informações de forma rápida, com baixo custo, que possa ser integrada em qualquer processo e, sobretudo, que seja flexível, adaptável a outros projetos e, ao mesmo tempo, que esteja em consonância com os princípios da Gestão da Manutenção.

³² "A reengenharia é uma estratégia de gestão de negócios da década de 1990, criada pelos americanos Michael Hammer e James Champy, seu foco é na análise, projetos de fluxos de trabalho e processos de negócios na organização. A ideia da reengenharia consiste em auxiliar as organizações a repensar uma forma de realizar suas atividades com menor custo, melhor atendimento ao cliente" ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020).

Nesta pesquisa, procurou-se sintetizar as informações doutrinárias de forma consistente e coerente. A escolha pela elaboração deste algoritmo em Microsoft® Office Excel tem como intuito a personalização e facilidade no controlo, para além de ser uma mais-valia se comparada com as tradicionais fichas técnicas em papel propostas em outras investigações desta natureza e que são obsoletas numa era de digitalização da indústria. De aparência *user-friendly*, o Método MAIER conduz o estudo a uma vertente mais interativa, tendo em vista que o seu preenchimento não tende a ser exaustivo, pois ao utilizador basta seleccionar uma opção de entre uma lista – base de dados – previamente estabelecida. Esta seleção é feita apenas onde se visualizam as células na cor branca, as únicas células acessíveis, de toda a ferramenta desenvolvida em Microsoft® Office Excel.

Esquematiza-se a estrutura geral do Método MAIER na Figura 44. De seguida, detalha-se o significado de cada ação contemplada no Método, bem como os meios utilizados na materialização desta metodologia.



Figura 44. Método MAIER proposto

Para além do que foi referido, determinou-se que cada ação estaria organizada num separador específico do ficheiro em Microsoft® Office Excel e seria o mais compacto possível. A ferramenta é acessível através da *password*: UMinho (com as duas letras iniciais em maiúsculas). Para facilitar o acesso aos separadores, o Método MAIER apresenta como separador inicial a "Capa" onde se pode aceder cada uma das ações, através do clique nos ícones, como destacado na Figura 45. A "Capa" também lista

algumas instruções de utilização da ferramenta e dá acesso ao separador "Legenda – Base de Dados", conforme a Figura 46.

Para mais detalhes, deverá aceder-se ao ficheiro identificado como "Método MAIER" em suporte digital onde se pode encontrar a ferramenta proposta.

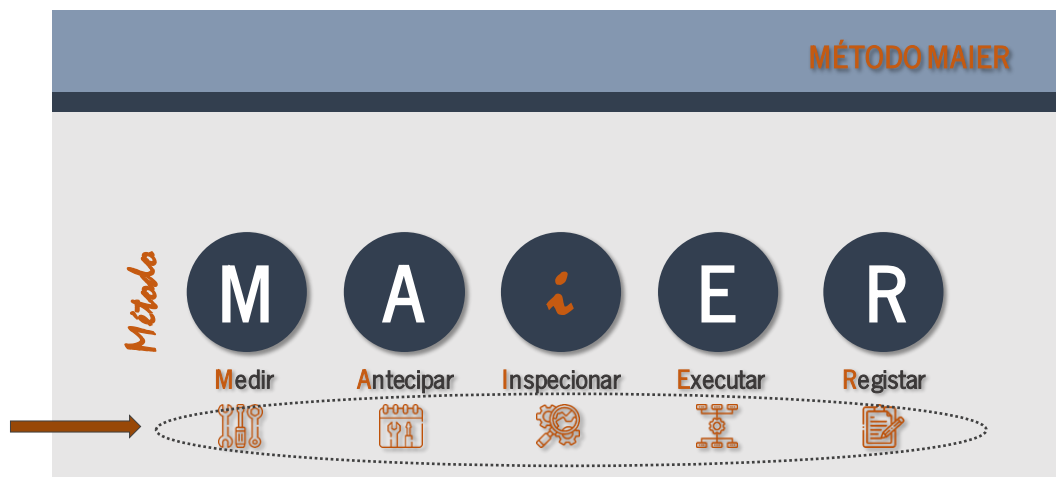


Figura 45. Separador "Capa" do Método MAIER e como aceder os demais separadores

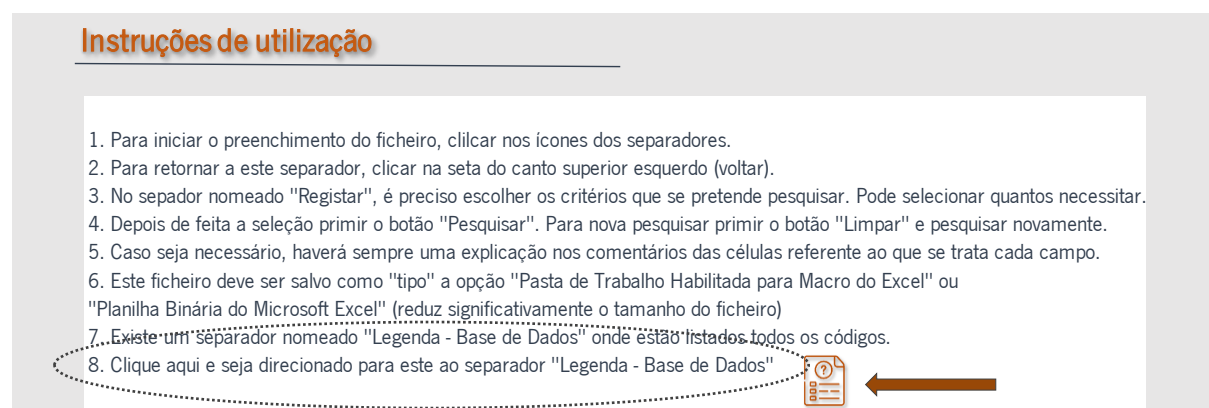


Figura 46. Separador "Capa" do Método MAIER e acesso ao separador "Legenda – Base de Dados"

4.7.1 Medir

Medir é a ação fundamental no universo da Manutenção. Medir deve ser a preocupação fulcral de qualquer plano. É, portanto, o corolário de toda manutenção e deve ter uma aplicação *lato sensu*. Quando se tem um sistema, a primeira intenção é o cuidado para que ele mantenha as suas características e continue a desempenhar a sua função. Assim, deve-se planear qual o tipo de manutenção que será efetuada, conforme taxonomia sugerida no Capítulo 2 e, por consequência, mensurar as ações de intervenção que serão executadas naquele sistema e EFM. Esta é a ação mais doutrinária de entre as demais propostas pelo Método, com informações mais técnicas e orientadoras e é, exatamente, onde o método se ancora.

O primeiro passo do método MAIER é ter conhecimento da estruturação do sistema construtivo da cobertura com um nível razoável de detalhe, conforme proposto na subsecção 4.4.1.2. A partir daí, saber o tipo de operação que deve ser efetuada em cada EFM. O meio sugerido para execução desta ação será através do conhecimento de todas as ações de manutenção, sejam ações de inspeção, sejam ações preventivas e corretivas, conforme apresentado no excerto do Método MAIER na Figura 47.



Figura 47. Excerto da ação "Medir", proposta no Método MAIER

No separador "Medir", a pesquisa pode ser feita através de três critérios (EFM, Tipo de Operação e Tipo de Ações), utilizados concomitantemente ou um de cada vez. Em alternativa há a possibilidade de pesquisar em toda a base de dados, mantendo todos os campos vazios, e assim será apresentado, imediatamente abaixo, a extensão completa das ações de manutenção do sistema de cobertura para o CEE. Após a seleção de um dos critérios, nas células na cor branca, basta clicar no botão "Pesquisar". O resultado da pesquisa será visualizado imediatamente abaixo. Quando se quiser apagar as informações basta pressionar o botão "Limpar" e efetuar nova pesquisa. Todas as células onde constam os critérios de seleção possuem comentários de modo a facilitar o entendimento e utilização da ferramenta, como mostrado na Figura 48. Estas orientações e comandos repetir-se-ão em todos os demais separadores desta metodologia.

A base de dados que alimenta o separador "Medir" está descrita na subsecção 4.5.7 deste Capítulo.

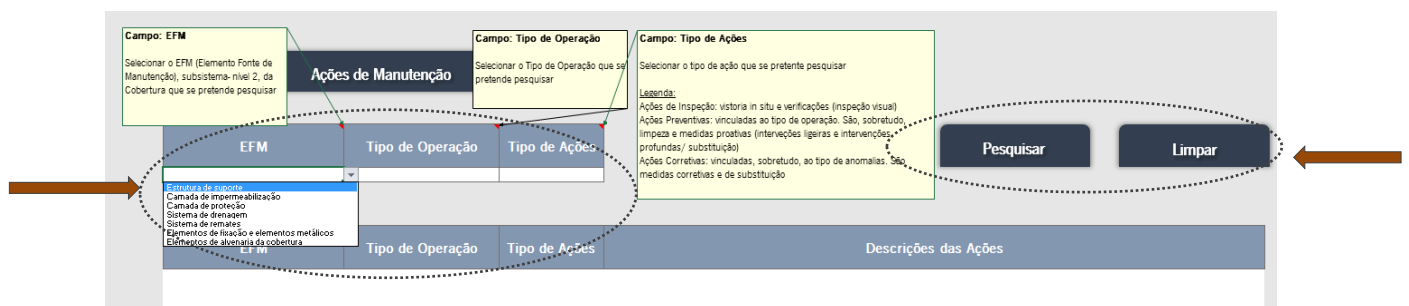


Figura 48. Opções de busca, seleção de critérios e comentários da ação "Medir"

4.7.2 Antecipar

Outra função essencial da Gestão da Manutenção é prever a frequência na qual serão executadas as ações. Ter calendarizadas tais ações beneficiará significativamente qualquer gestão e se elas puderem estar associadas a uma estimativa de custo, a CME poderá planear sua orçamentação. Assim, a ação "Antecipar" visa justamente especificar a periodicidade exata para execução da manutenção. Para além disto, o Método MAIER permite a pesquisa, inclusive num intervalo de tempo conforme critérios destacados na Figura 49. A base de dados do Método MAIER determina o arranque das ações de manutenção a partir da data 03/08/2020 até à data limite de 01/08/2070, de acordo com vida útil e periodicidade estimadas para os EFM, descritas nas secções 4.5.4 e 4.5.5 deste Capítulo.

Critérios para Pesquisa							
Referência da edificação	EFM	Tipo de Operação	Periodicidade (anos)	Data a executar (desde Manutenção)	Data a executar (até Manutenção)	Custo intervenção	
				03/08/2020	01/08/2022		
Campo: Referência da edificação Selecionar a edificação que se pretende pesquisar	Campo: EFM Selecionar o EFM (Subsistema - nível 2) que se pretende pesquisar	Campo: Tipo de operação Selecionar o tipo de intervenção que se pretende pesquisar	Campo: Periodicidade Selecionar qual a periodicidade que se pretende pesquisar	Campo: Data a executar (desde manutenção) Selecionara data de inicio que se pretende pesquisar (intervalo de manutenção)	Campo: Data a executar (até manutenção) Selecionara data final que se pretende pesquisar (intervalo de manutenção)	Campo: Custo Intervenção Campo a ser preenchido pela CME com o custo estimado para o tipo de manutenção *ps: para aplicabilidade desta metodologia considerou-se o valor simbólico de 1 euro.	
Referência da edificação	EFM	Tipo de Operação	Periodicidade (anos)	Data a executar (desde Manutenção)	Data a executar (até Manutenção)	Custo intervenção	
CEE	Camada de impermeabilização	Limpeza	1	03/08/20	01/08/22	€	1,00
CEE	Camada de impermeabilização	Intervenções ligeiras	2	03/08/20	01/08/22	€	1,00
CEE	Camada de proteção	Limpeza	1	03/08/20	01/08/22	€	1,00
CEE	Sistema de drenagem	Limpeza	1/2	03/08/20	01/08/22	€	1,00
CEE	Sistema de remates	Limpeza	1	03/08/20	01/08/22	€	1,00

Figura 49. Excerto da ação "Antecipar" com os critérios para pesquisa e comentários

Importa mencionar que nesta ação "Antecipar" há sete critérios para pesquisa que também podem ser selecionados um a um, ou agregando quantos se queira, tornando a pesquisa dinâmica e funcional a depender do tipo de critério que se deseja filtrar. Neste separador, há dois gráficos que relacionam as intervenções de manutenção para cada EFM por periodicidade e a percentagem dos custos em relação ao tipo de operação, conforme Figura 50. O resultado da pesquisa seleciona a periodicidade de 10 anos. Tais gráficos estão configurados para se ajustarem automaticamente à base de dados pesquisada. Sugere-se explorar o ficheiro "Método MAIER" em suporte digital, complementar a esta dissertação.

A base de dados utilizada neste separador "Antecipar" está descrita em pormenor nas subsecções 4.5.4 e 4.5.5 deste Capítulo e são os meios através dos quais se materializam esta ação. Como justificado na subsecção 4.4.6, faz-se a ressalva de que os custos da intervenção (um dos critérios) permanecem na metodologia, entretanto por motivos didáticos aparecerem com valor simbólico de 1,00 euro (€ 1,00).



Figura 50. Excerto da ação "Antecipar" com os gráficos para periodicidade de 10 anos

4.7.3 Inspeccionar

Morgado (2012) descreve que a inspeção é o "processo pelo qual se pode assegurar, por avaliação, que determinada parte ou serviço no edifício corresponde a um nível de qualidade ou desempenho aceitáveis". Por outras palavras, é o exame do sistema EFM ou componente construtivo para determinar se ele está ou não em conformidade com os padrões.

Assim sendo, esta ação é premente na estruturação de qualquer metodologia para manutenção. É por intermédio deste ato que se podem planear as atividades a serem executadas, listar os recursos necessários à execução dos serviços, bem como estimar os custos para a orçamentação. É uma atividade técnica e, como tal, necessita ser ministrada por pessoas qualificadas. Dependendo do tipo de inspeção, é possível fazer uso de equipamentos específicos. A base de dados (fonte secundária) – utilizada neste separador – com todas as anomalias caracterizadas por EFM estão listadas na subsecção 4.5.6 deste Capítulo e constam, igualmente, na "Legenda – Base de Dados" do Método MAIER, presente no excerto da Figura 51.

Diversos - Inspeções	
Código	Anomalias
A-ES	Anomalia na Estrutura de Suporte
A-ES-1	Deformação excessiva
A-ES-2	Fendilhação/ fraturação
A-ES-3	Sujidade superficial e acumulação de detritos
A-ES-4	Degradação biológica, por efeito de fungos, insetos xilófagos
A-ES-5	Desagregação
A-ES-6	Esmagamentos localizados
A-ES-7	Falta de resistência, contraentamento ou rigidez
A-ES-8	Empolamentos
A-ES-9	Corrosão
A-ES-10	Humidades
A-CI	Anomalia na Camada de Impermeabilização
A-CI-1	Fissuração generalizada
A-CI-2	Fissuração localizada
A-CI-3	Perfurações

Código	Anomalias
A-SD	Anomalia no Sistema de Drenagem
A-SD-1	Sujidade superficial e acumulação de detritos
A-SD-2	Manchas de água
A-SD-3	Fissuração/ fraturação
A-SD-4	Fraca inclinação e secção das cauleiras
A-SD-5	Rotura das cauleiras
A-SD-6	Corrosão
A-SD-7	Perfurações
A-SD-8	Inexistência de tubos de queda
A-SD-9	Inexistência de ralos de embocadura
A-SR	Anomalia no Sistema de Remates
A-SR-1	Fissuração dos remates
A-SR-2	Fissuração dos remates nas juntas de dilatação
A-SR-3	Insuficiente altura dos remates
A-SR-4	Flutuação ou deslizamento dos remates

Código	Agressividade do Meio
R	Reduzido - meio rural
M	Médio - meio urbano
A	Alto - zona costeira

Código	Extensão da Anomalia
R	Reduzido - ≤ 20%
M	Médio - 21% a 70%
A	Alto - ≥ 70%

Código	Nível de Degradação
0	Sem degradação relevante
1	Degradação superficial
2	Degradação moderada
3	Degradação acentuada

Figura 51. Excerto das anomalias e multicritérios de pesquisa da ação "Inspeccionar"

"Inspeccionar" contribui decisivamente para o diagnóstico das anomalias, defeitos, avarias, falhas ou demais irregularidades dos sistemas construtivos. Quanto mais minuciosa for esta inspeção, mais fiáveis serão as ações de manutenção a serem implementadas e, por conseguinte, mais eficaz será a manutenção.

Os meios propostos pelo método MAIER para realização desta ação de inspeção foram feitos através da utilização de *benchmarks* detalhados na subsecção 4.5.3 e serviram de critérios, como mostrado na Figura 52. Ressalta-se que as anomalias estão vinculadas ao tipo de EFM. Desta forma, será sempre necessário seleccionar de início o EFM e, de seguida, proceder à seleção das anomalias correspondentes a este EFM. Ver destaque na Figura 52.

The screenshot shows the 'Inspeccionar' application interface. At the top, there is a navigation arrow and the 'Inspeccionar' logo. Below that is a header bar for 'Controlo - Inspeção da Cobertura'. The main area contains a table with search criteria. The 'EFM' column is set to 'Estrutura de suporte'. The 'Anomalia (código)' column has a dropdown menu open, showing a list of codes from A-ES-1 to A-ES-8. Other columns include 'Agressividade do meio', 'Extensão da anomalia', 'Nível de degradação', 'Severidade da anomalia', 'P_{intervenção}', 'Prioridade da intervenção (nível)', and 'Tipo de Operação'. At the bottom right, there are 'Pesquisar' and 'Limpar' buttons.

Figura 52. Excerto da ação "Inspeccionar" com os critérios para pesquisa

Com intuito de potenciar ainda mais esta metodologia, dada a relação estreita entre eles, acrescentou-se o critério "Tipo de Operação" a este rol de critérios da ação "Inspeccionar".

A agressividade do meio será sempre "alta", pois o CEE localiza-se na zona costeira. Importa dizer ainda que os critérios: extensão da anomalia, nível de degradação e severidade da anomalia foram preenchidos aleatoriamente na base de dados apenas para evidenciar a aplicabilidade do Método MAIER. Sendo assim, consegue-se especificar os cálculos da prioridade de intervenção ($P_{\text{intervenção}}$), conforme Figura 53

e Tabela 25, e determinar o nível de prioridade, assunto pormenorizado na subsecção 4.5.3. Como já referido, a vistoria *in situ* não faz parte do âmbito temporal desta investigação, justificando assim o preenchimento randómico destes critérios.



EFM	Anomalia (código)	Agressividade do meio	Extensão da anomalia	Nível de degradação	Severidade da anomalia	P _{intervenção}	Prioridade da intervenção (nível)	Tipo de Operação
Estrutura_de_suporte	A-ES-1	A	R	0	A	29%	1	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-2	A	M	1	B	51%	2	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-3	A	A	3	B	71%	4	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-4	A	M	2	C	68%	3	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-5	A	M	1	D	71%	3	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-6	A	R	0	E	68%	3	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-7	A	M	2	A	49%	2	Intervenções profundas/ substituição
Estrutura_de_suporte	A-ES-8	A	R	0	C	49%	2	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-9	A	A	3	C	80%	3	Limpeza
Estrutura_de_suporte	A-ES-10	A	A	3	A	61%	3	Intervenções ligeiras

Figura 53. Excerto do resultado da pesquisa para a Estrutura_de_suporte

Tabela 25. Excerto dos cálculos aleatórios da P_{intervenção} para a Estrutura_de_suporte

EFM	Anomalia (código)	P _{intervenção}
Estrutura_de_suporte	A-ES-1	$=((1*3+2*1+3*1+4*1)/41) * 100 = 29\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-2	$=((1*3+2*2+3*2+4*2)/41) * 100 = 51\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-3	$=((1*3+2*3+3*4+4*2)/41) * 100 = 71\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-4	$=((1*3+2*2+3*3+4*3)/41) * 100 = 68\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-5	$=((1*3+2*2+3*2+4*4)/41) * 100 = 71\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-6	$=((1*3+2*1+3*1+4*5)/41) * 100 = 68\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-7	$=((1*3+2*2+3*3+4*1)/41) * 100 = 49\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-8	$=((1*3+2*1+3*1+4*3)/41) * 100 = 49\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-9	$=((1*3+2*3+3*4+4*3)/41) * 100 = 80\%$
Estrutura_de_suporte	A-ES-10	$=((1*3+2*3+3*4+4*1)/41) * 100 = 61\%$

Neste separador apresentam-se quatro gráficos que se ajustam de forma automática, dependendo da seleção dos critérios escolhidos (Figura 54). Os gráficos estão melhor ajustados para pesquisa por EFM. O resultado da pesquisa evidenciada na Figura 54 equivale à seleção do EFM "Camada_de_proteção". Para outras visualizações e pesquisas, é possível explorar o ficheiro em suporte digital.



Figura 54. Excerto da ação "Inspeccionar" com gráficos para o EFM Camada_de_proteção

4.7.4 Executar

De nada adianta propor uma metodologia se, de facto, não se conseguir executá-la. Dito isto, a ação "Executar", proposta neste Método, visa colocar em prática as ações de manutenção sugeridas. Entretanto, é de extrema importância a consciencialização do utilizador quanto a uma manutenção periódica. Este "é o primeiro passo para que os planos de manutenção e inspeção sejam realmente úteis e eficazes, melhorando assim o estado de conservação do parque edificado" (Morgado, 2012).

Uma vez executadas, as ações de manutenção necessitam de ser controladas e geridas de forma a perceber se estão a ser executadas "em dia", "em atraso" ou "antecipada". Através deste controlo a CME poderá adotar estratégias nesta gestão, assumir novas posturas ou redirecionar outras ações que julgue pertinentes. A própria ferramenta alertará o *status* da manutenção na célula "manutenção executada" através de cores, de acordo com o destaque na Figura 55.

O controlo será feito, basicamente, através da seleção das datas das manutenções agendadas e programadas, conforme periodicidade sugerida, e listadas na base de dados deste separador. A pesquisa terá como procura uma indexação, ou seja, um código que compila o que será mantido e de que forma, segundo a Figura 56. O conteúdo da indexação faz parte da ação "Registar" proposta. Ver subsecção 4.7.5 a seguir para melhor compreensão.

Importa referir que, uma vez executada a manutenção, ela deverá figurar no controlo identificado como "Histórico – Manutenções executadas" deste separador, de acordo com a Figura 56. Uma possível lista com códigos indexados foi elaborada e faz parte da base de dados como destacado na Figura 56.

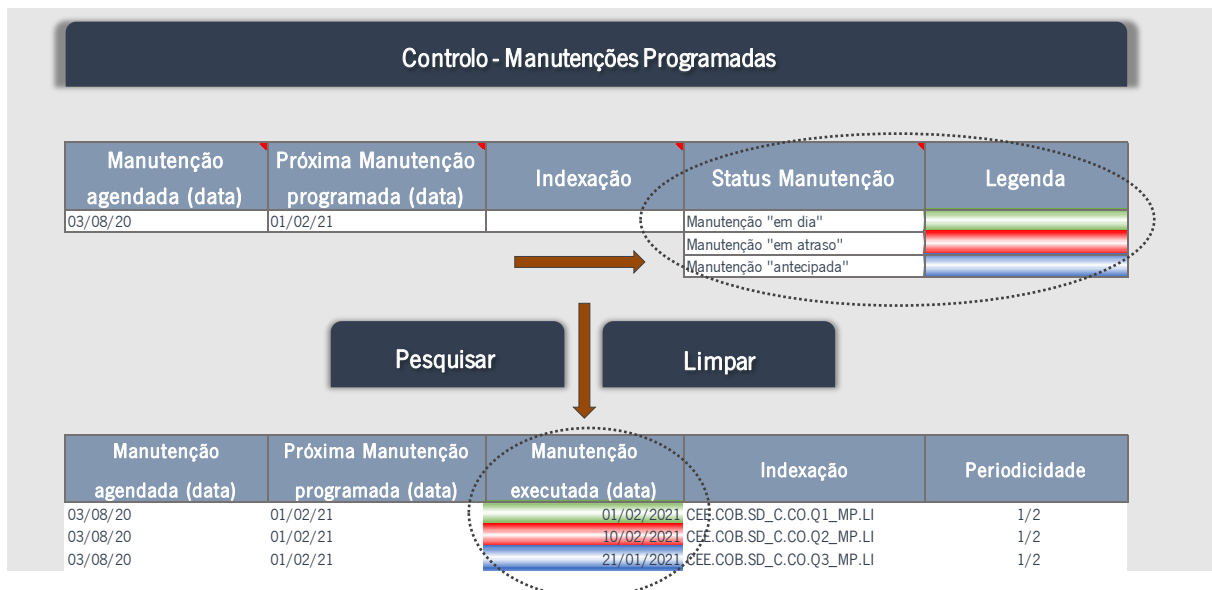


Figura 55. Excerto da ação "Executar" com os critérios para pesquisa

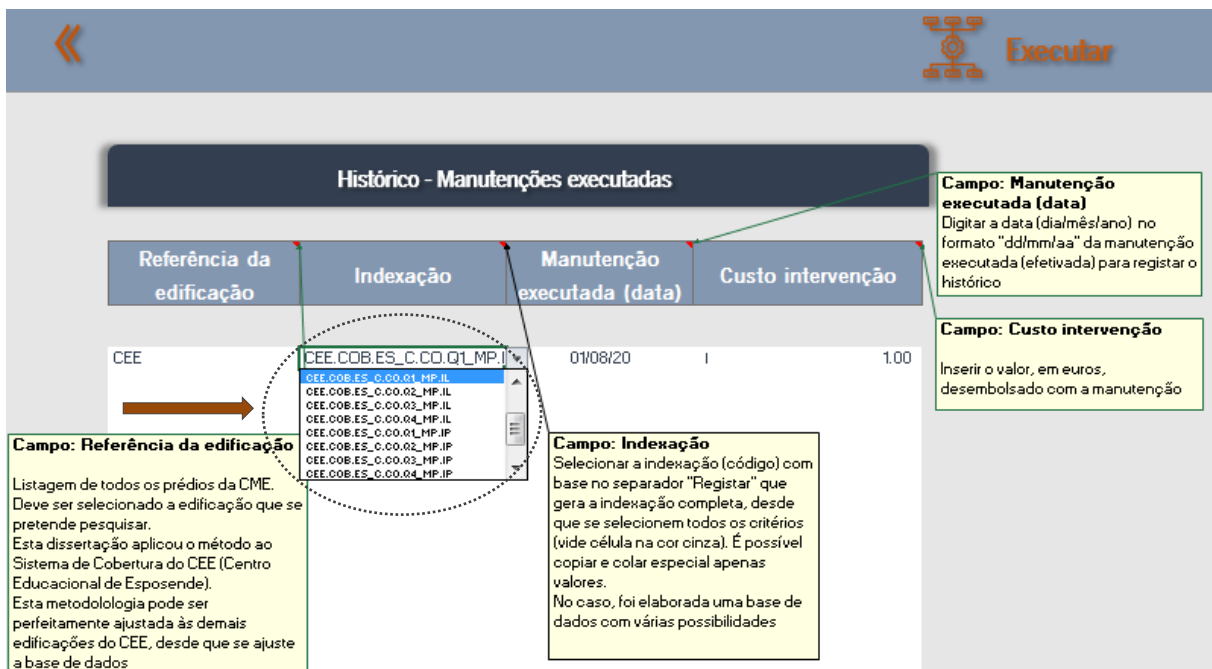


Figura 56. Excerto da ação "Executar" com os comentários dos critérios para pesquisa

É possível ainda visualizar o gráfico que relaciona a manutenção programada *versus* a manutenção executada. Uma linha a tracejado mostrará a tendência deste tipo de intervenção. Simulou-se a execução para o ano de 2030 com dez indexações para gerar o gráfico apresentado na Figura 57.

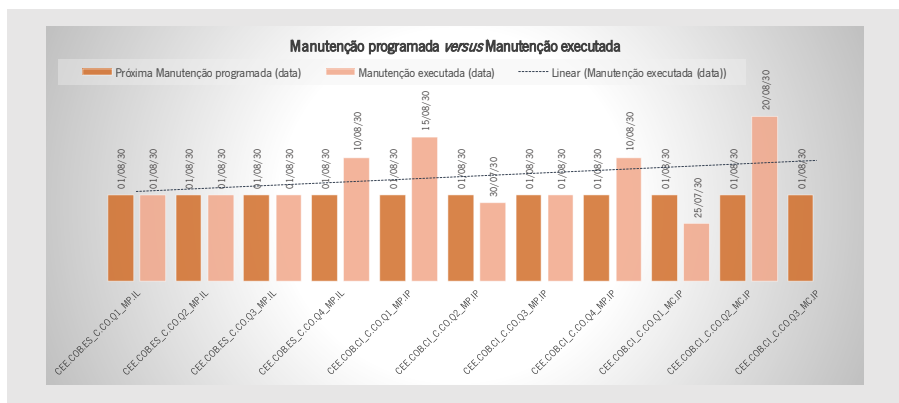


Figura 57. Excerto da ação "Executar" com gráfico manutenção programada x executada

4.7.5 Registrar

A NP 4483 (2009) orienta no sentido de se efetuar a rastreabilidade nos processos de gestão da manutenção, favorecendo a identificação única e a manutenção dos registos. Pretendeu-se sempre desenvolver um método de fácil perceção. Assim, é sugerido um controlo através de uma indexação, isto é, um código alfanumérico facilmente referenciável e que condensa praticamente todos os critérios necessários no que concerne à manutenção. Neste sentido, decidiu-se esboçar este registo através da ferramenta de gestão 5W2H³³ por compilar tudo que se quis referenciar, sendo um excelente modelo para o registo, conforme pormenorizado na Figura 58.

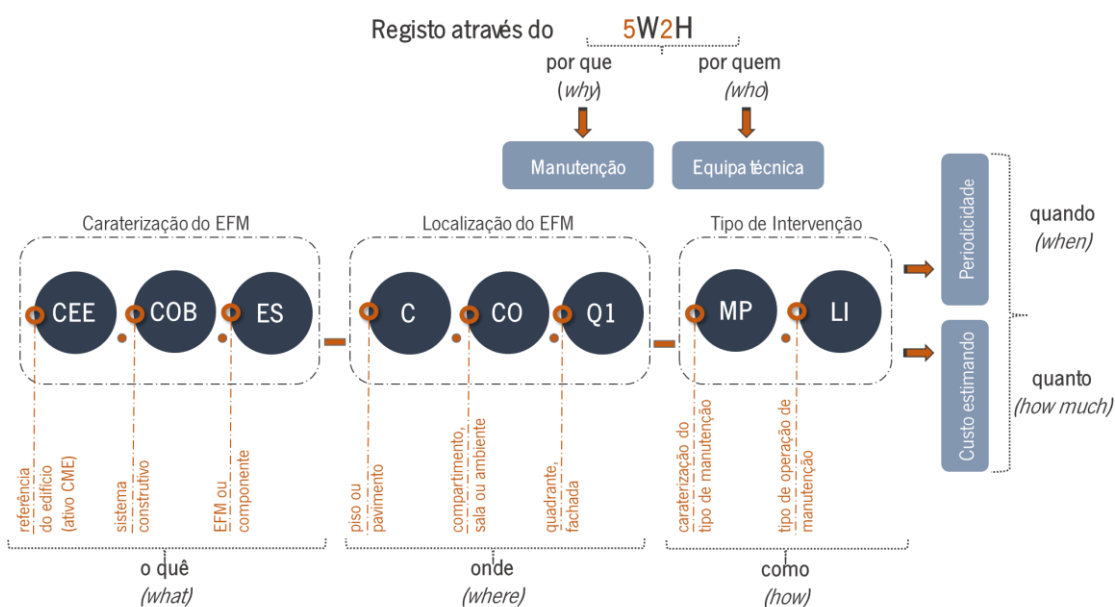


Figura 58. Registo através da indexação proposta pelo Método MAIER

³³ "São acrónimos em inglês que representam as principais perguntas que devem ser feitas e respondidas ao investigar e relatar um fato ou situação, sendo aplicável a várias atividades profissionais" ("Wikipédia: a Enciclopédia livre," 2020). O acrónimo referencia as perguntas que se iniciam em inglês por: *who, what, where, when, why, how e how much*.

Estes oito critérios estão divididos em três grandes segmentos e são identificados por códigos alfanuméricos que estão detalhados no separador "Legenda – Base da Dados" e excertos da Figura 59, Figura 60, Figura 61 e Figura 62, de acordo com o seguinte:

- **Caraterização do EFM:** neste segmento é possível caraterizar a referência da edificação pública (no caso em causa será sempre o CEE), seleccionar o sistema construtivo (nível 1. No caso será sempre o sistema de cobertura) e o EFM (subsistema, nível 2). Esta teoria está detalhada na subsecção 4.4.1.2 deste Capítulo. Este primeiro segmento representa "o quê" da ferramenta 5W2H;
- **Localização do EFM:** é preciso identificar onde o EFM será mantido. Desta forma, pode-se escolher o piso/ pavimento, compartimento, sala/ ambiente e ainda, para casos de difícil identificação pelos itens anteriores, pode-se identificar por fachadas ou quadrantes. Assume-se o quadrante 1 como sendo a posição Norte-Leste na planta de piso térreo. Este segundo segmento representa o "onde" da ferramenta 5W2H;
- **Tipo de Intervenção:** neste segmento evidenciam-se o tipo de manutenção, detalhado na subsecção 2.5 do Capítulo 2 e qual o tipo de operação, detalhado na subsecção 4.4.4 deste Capítulo, que serão realizados. Este último segmento representa o "como" da ferramenta 5W2H.

Tanto o primeiro quanto o segundo segmento desta indexação obedecem a uma estrutura hierárquica de classificação. A periodicidade ("quando") e o custo ("quanto") estão evidenciados na ação "Antecipar", descrita na subsecção 4.7.2 deste Capítulo. Embora o critério "periodicidade" faça parte do ficheiro "Antecipar", ele também foi mantido no ficheiro "Registar" com o intuito de dinamizar ainda mais a metodologia e a seleção de pesquisa, incluindo mais este critério.

No que se refere aos outros itens da ferramenta 5W2H, o "por que" equivale à essência desta pesquisa que objetiva ter o controlo da Gestão da Manutenção e o "por quem" refere-se à equipa técnica que executará as ações de manutenção.

Na ação "Registar" pode-se pesquisar quantos critérios se desejar. A ferramenta permite a interação da pesquisa através do filtro limitado a um, dois, ou até todos os oito critérios concatenados ao mesmo tempo e inclusive, nenhum deles, para aceder a listagem completa de toda a base de dados. Quando se seleccionam todos os oito critérios será gerada, automaticamente, a indexação no canto esquerdo, na célula de cor cinza. De forma exemplificativa, o código pode ser gerado da seguinte forma: CEE.COB.ES–C.CO.Q1–MP.LI (Figura 59). Foi convencionado que os segmentos são separados pelo sinal gráfico "hífen" (–) e os critérios entre segmentos são separados pelo sinal gráfico "ponto" (.). Sendo assim,

basta verificar a "Legenda – Base de Dados" que facilmente se compreende a indexação e se identifica tudo o que se pretende em relação a estes códigos (Figura 61). Esta é, sem dúvida, uma das mais-valias desta metodologia: interpretação objetiva e clara através da visualização da indexação.

Figura 59. Excerto da ação "Registrar" com os critérios para pesquisa

Figura 60. Excerto da ação "Registrar" com detalhe dos comentários de parte dos critérios

Caracterização do EFM		Localização do EFM			Tipo de Intervenção	
Código	Referência da Edificação	Código	Piso ou Pavimento		Código	Tipo de Manutenção
CEE	Centro Educativo de Esposende	0	Res-dio-chão		MC	Manutenção Corretiva
		1	1º piso ou pavimento		MP	Manutenção Preventiva
Código	Sistema Construtivo (nível 1)	C	Cobertura			
COB	Sistema de Cobertura	NA	Não aplicável		Código	Tipo de Operação
Código	EFM (Subsistema - nível 2)	Código	Compartmento, sala ou ambiente		LI	Limpeza
ES	Estrutura de Suporte	CO	Cobertura		IL	Intervenções Ligeiras
CI	Camada de impermeabilização				IP	Intervenções Profundas

Figura 61. Excerto do separador "Legenda – Base de Dados" a evidenciar os códigos

Para demonstrar a aplicabilidade da ferramenta e facilitar a seleção dos critérios foram inseridas bases de dados aleatórias para os campos "Quadrante, fachada" e "Tipo de operação", de acordo com a Figura 62.

Figura 62. Excerto da ação "Registrar" com resultados da pesquisa para a Estrutura de Suporte

Por fim, merece ser dito que os gráficos gerados nos separadores "Antecipar", "Inspeccionar" e "Executar" pretendem tornar a pesquisa mais ilustrativa e dinâmica, a facilitar a interpretação dos resultados.

Em resumo, o Método MAIER apresenta "ações" que serão viabilizadas através dos "meios" propostos (Figura 63), e tudo está em conformidade com os princípios da Gestão da Manutenção. O ficheiro em Microsoft® Office Excel nomeado Método MAIER, disponibilizado em suporte digital, pretende evidenciar a sua aplicabilidade e suprir as dúvidas que, por ventura, foram omissas neste texto ou por via de excertos (figuras).

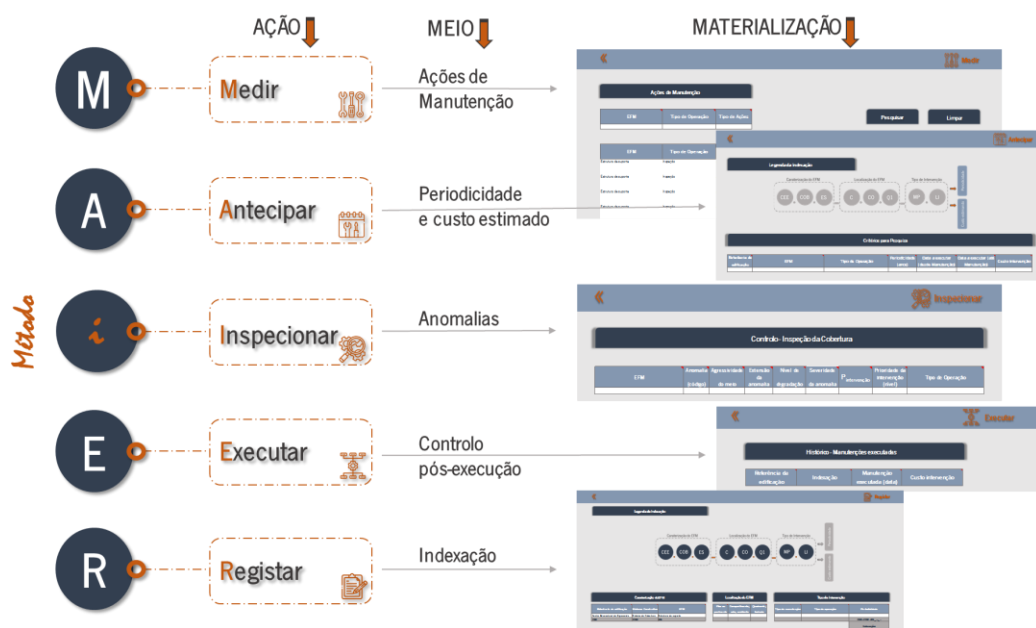


Figura 63. "Ações" e correspondentes "Meios" do Método MAIER

4.8 Síntese do Capítulo

Este Capítulo aborda conceitos vitais da Gestão da Manutenção que serviram de base para a estruturação e desenvolvimento da metodologia. De facto, o contributo deste Capítulo é materializado através do Plano de Manutenção e Utilização e do Método MAIER propostos para a CME, que – enquanto entidade pública – tem responsabilidade na conservação e preservação do património público. A abordagem do Plano é mais ampla (*lato sensu*) podendo ser aplicada a um ativo público específico, como o CEE; enquanto que a abordagem sugerida no Método MAIER é mais restrita (*stricto sensu*), no sentido de ser mais pormenorizada, podendo ser aplicado inclusive a um sistema construtivo de um ativo público específico, como por exemplo os EFM do sistema de cobertura do CEE.

Qualquer metodologia em Gestão da Manutenção deve ter em consideração ações importantes, tais como: caracterizar o sistema construtivo, inspeccionar os EFM, investigar as anomalias, estudar a

durabilidade dos materiais construtivos e a periodicidade das atividades de manutenção, discriminar o tipo de operação de manutenção, estabelecer prioridades de intervenções, especificar processos e rotinas, prever custos, entre outros. Isto confere um caráter de complexidade à metodologia, dada a existência de todos estes aspetos e das inúmeras variáveis que não podem ser descuradas.

O Método MAIER compilou estes conceitos através dos cinco verbos de ação – Medir, Antecipar, Inspeccionar, Executar e Registrar – que moldam a ferramenta em Microsoft® Office Excel com intuito de apresentar uma metodologia de fácil acesso, integrativa, dinâmica e funcional.

Por intermédio do referencial teórico e de outras investigações em pesquisas similares é possível socorrer-se de base de dados, *benchmarks* e critérios amplamente investigados para adaptá-los à nova realidade, tornando o processo de gestão melhor administrável, controlável, fiável e eficiente, sempre no intuito de melhorar todo o processo de execução de uma manutenção preventiva.

CAPÍTULO 5: ANÁLISES E RESULTADOS

5.1 Síntese das análises

Neste Capítulo, discorre-se que após a elaboração da metodologia os objetivos e hipóteses inicialmente delineados nesta pesquisa foram alcançados. Contudo, para validar qualquer metodologia é necessário um lapso temporal, visto que se tratando de manutenção, há longos ciclos (periodicidade) que teriam de ser monitorados para, a partir daí, ser possível verificar se as ações de manutenção executadas foram implementadas coerentemente. Desta forma, a análise abordará apenas a metodologia em si.

A metodologia apresentada compila as informações primordiais sobre manutenção. O Método MAIER dá conhecimento prévio das ações de manutenção que serão realizadas aquando da vistoria *in situ*, especifica a periodicidade destas atividades, avalia o estado de conservação através de multicritérios, evidencia as anomalias existentes e controla todas as ações através da indexação que permite a rastreabilidade completa dos EFM, conforme pormenorizado no Capítulo 4. Algumas vantagens proporcionadas pelo Método MAIER são:

- reduzir o tempo gasto na atividade de manutenção,
- permitir um maior controlo e gestão das ações de manutenção através de processos claros, definidos e sistemáticos,
- aumentar a flexibilidade de pesquisa através da seleção de um, alguns ou todos os critérios ao mesmo tempo,
- otimizar as vistorias e inspeções *in situ*, devido à existência da base de dados previamente elaborada,
- conseguir prever de forma mais eficaz as ações de manutenção necessárias,
- contribuir para uma manutenção de forma mais profissional,
- melhorar a qualidade da manutenção através da padronização das informações e
- aumentar a produtividade da equipa de manutenção.

Os demais benefícios da metodologia proposta foram pontualmente citados no decorrer da redação do Capítulo 4 com fundamentos no referencial teórico investigado. Concatenado ao Plano de Manutenção e Utilização, igualmente sugerido nesta pesquisa, o Método MAIER visa estimar em profundidade as

intervenções de manutenção e, num cariz macro, ambas as ferramentas pretendem controlar e beneficiar a Gestão da Manutenção. As estruturas sugeridas certamente nortearão a Câmara Municipal de Esposende (CME) e conduzirão à correta gestão destas atividades, desde que se perceba a importância do controlo de tais ações.

O Método MAIER fundamenta-se na inspeção visual na qual foram identificadas, através da classificação do EFM (subsistema – nível 2), as anomalias que afetam cada elemento funcional da cobertura. Os resultados do Método são de fácil entendimento e compreensíveis por todos os *stakeholders*. Foi desenvolvido através do instrumento digital em Microsoft® Office Excel e apresenta alguns recursos importantes para o controlo e Gestão da Manutenção, nomeadamente:

- interface interativa e amigável com o utilizador,
- aplicação prática e acessível da ferramenta (acessível por todos),
- validação de dados através de listas de seleção prévias,
- preenchimento automático de algumas células,
- instruções de preenchimento através de comentários inseridos em todas as células,
- racionalidade e compilação de informações em poucas fichas digitais,
- registo digital da informação e
- visão global de todos os procedimentos e ações de manutenção.

Mesmo sabendo da complexidade dos fatores determinantes³⁴ que haviam de ser investigados e considerados na elaboração desta metodologia, conseguiu-se condensar tais conceitos e inseri-los no Método MAIER.

Os supracitados instrumentos (Plano e Método) são objetivos e quantitativos e podem ser replicados aos demais sistemas construtivos do Centro Educativo de Esposende (CEE) e outros ativos públicos da CME, obviamente, com os devidos ajustes na base de dados. Entende-se que a metodologia possa ser coordenada por qualquer colaborador do Município que se submeta a uma formação básica e compreenda, minimamente, as rotinas de inspeção e ações de manutenção em edifícios. Acrescenta-se que a leitura deste trabalho de dissertação por parte dos gestores públicos e técnicos pode estimular, com maior efetividade, a coordenação de políticas de manutenção. Por fim, os meios e encargos

³⁴ Assunto explanado na subsecção 4.5 do Capítulo 4.

necessários para a aplicação do método MAIER e do Plano de Manutenção e Utilização ora propostos são economicamente viáveis e aceitáveis.

5.2 Síntese dos resultados

Numa visão ampla, os métodos de Gestão da Manutenção existentes têm características semelhantes, pois ancoram-se nos mesmos conceitos-base e têm mesma fonte literária. No entanto, a maioria, recorre a fichas manuscritas, e conseqüentemente, de provável perda de informações, para além de evidenciar registos dispersos. Ao longo de todo o tempo de desenvolvimento desta pesquisa tentou-se sempre criar uma estrutura metodológica singular, que traduzisse resultados oriundos da investigação da teoria. Assim sendo, as implicações práticas desta metodologia, por certo, alterarão o modo como a CME praticará a gestão, pois tentará inculcar um novo pensamento e cultura através do valor agregado às organizações, temática amplamente pontuada no Capítulo 3 desta investigação.

Convém dizer que a generalização dos resultados desta metodologia pode estender-se a outros contextos e realidades. O Método MAIER permite resultados pragmáticos. Sabe-se o quão prematuro é o controlo da Gestão de Edifícios na Engenharia Civil, muito diferente de outras indústrias, dadas as evidências explanadas ao longo desta dissertação. A teoria da Gestão da Manutenção está bem consolidada, mas na prática ainda há um hiato no que diz respeito, sobretudo, aos sistemas construtivos. Neste contexto, quaisquer métodos que contribuem para mitigar o envelhecimento precoce das edificações merecem ser investigados, desenvolvidos e colocados à disposição das instituições. Acrescenta-se ainda a existência de vantagens sustentáveis quando se prima por uma razoável Gestão da Manutenção.

Aquando da aplicação do Método MAIER, os gráficos dinâmicos gerados pelos separadores "Antecipar", "Inspeccionar" e "Executar" apresentarão resultados diretos necessários para a tomada de decisão dos gestores e, deste modo, reforçam a máxima da citação que direciona toda esta investigação: somente se consegue gerir aquilo que se consegue medir, isto é, mensurar. Por intermédio destes gráficos, podem-se aferir os vários parâmetros que se queiram analisar e obter alguns resultados instantâneos através do cruzamento de alguns critérios. É justamente através deste controlo que se pode interpretar os resultados à luz da literatura e, sobretudo, planejar o futuro no viés da Gestão da Manutenção.

A pesquisa referencia várias citações que afirmam os benefícios decorrentes da manutenção preventiva para as edificações ao prolongar a vida útil destas estruturas. A abordagem da metodologia desenvolvida tem foco na previsibilidade. Os resultados e discussões assentam no ditado popular "prevenir é melhor que remediar". Portanto, a manutenção deve ter um planeamento preventivo, programável e atuar

atempadamente para minimizar os efeitos de degradação dos edifícios. Assim, a atenção pode ser dedicada à fase operacional por ser a fase mais longa do ciclo de vida da construção e a que consome mais recursos financeiros e, conseqüentemente, a fase que necessita de maior manutenção.

CAPÍTULO 6: CONSIDERAÇÕES FINAIS

"A Engenharia de Construção Civil não é uma ciência exata" (CBIC, 2013). É certo que ao colocar em serviço os edifícios, isto é, em funcionamento, podem ocorrer pequenas falhas nos sistemas construtivos e EFM, que estarão acobertadas por garantias. O que se tenta evitar, ao longo do ciclo de vida, é a ausência de reparações necessárias – que podem transformar-se em graves anomalias – e comprometer substancialmente a durabilidade e a vida útil das construções. É por isso premente que estas intervenções aconteçam dentro de uma periodicidade aceitável.

Neste contexto, alguns conceitos vitais discutidos no decorrer da pesquisa tais como: tipos de operação, taxonomia da manutenção, medidas preventivas, anomalias, periodicidade, durabilidade e vida útil das construções são primordiais no estudo da Gestão da Manutenção. É praticamente impossível eliminar em definitivo a existência de falhas, avarias e/ou defeitos nesta gestão. Entretanto, com adoção de estratégias de gestão fiáveis e com uso de ferramentas e metodologias adequadas, somadas à utilização de técnicas modernas, as organizações podem mudar o seu paradigma e trabalhar direcionadas no sentido de planejar a contento as suas ações de manutenção.

Ainda é incipiente a cultura da manutenção em edifícios, embora a tendência é que esta procura seja crescente e que este tipo de serviço tenha uma maior expressão, principalmente, na esfera pública. O facto de as instalações do CEE estarem em atividade desde 2009 e não terem, nos dias atuais, um plano de manutenção definido é preocupante, visto que a edificação está inserida num ambiente com elevada agressividade marítima e apresenta já uma acelerada degradação dos seus sistemas construtivos devido, sobretudo, à ausência de manutenção.

Percebe-se que muitas manifestações patológicas poderiam ser evitadas se houvesse a manutenção proativa (planeada) dos sistemas construtivos e, se fossem controladas através de uma metodologia, como a que se materializou com esta pesquisa. Os planos de manutenção e metodologias têm como objetivo monitorizar o estado de conservação das edificações, garantindo continuamente o seu controlo. Nesta dissertação foi explicado que os motivos para a existência das anomalias variam, quer por falta de conhecimento dos utilizadores, quer por ausência de um Plano de Manutenção e Utilização, ou ainda, quer por erros nas fases de projeto e execução.

Somente se atinge maior eficiência e eficácia na administração de uma edificação pública quando se adotam medidas fundamentadas em procedimentos organizados, estruturados, planeados através de um sistema de Gestão da Manutenção, de acordo com uma lógica de controlo de qualidade. Não restam

dúvidas que quanto mais se investe em manutenção, mais se melhora o desempenho das construções e prolonga-se a vida útil das mesmas.

O Estado da arte contribuiu decisivamente para a consolidação de conceitos e fundamentos que embasaram as ferramentas – Plano de Manutenção e Utilização e Método MAIER – explanadas no Capítulo 4. Em síntese, o Capítulo 2 apresentou: a contextualização histórica e normativa através de uma sinopse geral; a preocupação com os custos em especial na manutenção corretiva (Lei de Sitter), otimização dos mesmos e o quão impactante eles são na fase de utilização; a importância dos conceitos de manutenção serem considerados num nível estratégico e, portanto, de longo prazo, nas organizações; o enquadramento das atividades no domínio da Gestão de Edifícios e, por último, a existência de sistemas informáticos de Gestão da Manutenção. Enquanto que no Capítulo 3 foi possível explicar e detalhar o *Facility Management* com foco na integração de processos, espaços e pessoas. Assim, o FM vai para além da manutenção (que visa restabelecer o *status quo* da edificação). O FM atua desde a sua origem, nas etapas preliminares do ciclo de vida, preocupando-se com as exigências tecnológicas e funcionais. O FM agrega valor às organizações e, quase sempre, estimula a prática do *outsourcing* para tornar as organizações mais competitivas, sem esquecer, obviamente, a dimensão sustentável adotada nestas práticas.

Estudos técnicos, dados científicos, investigações académicas e referências bibliográficas não faltaram para a fundamentação desta dissertação. Assim sendo, importa referir que o contributo fundamental desta investigação foi a realização de uma análise integradora dos conceitos teóricos, numa ferramenta prática e objetiva que permite uma utilização corrente, mas assente nos pressupostos normativos e técnicos essenciais.

6.1 Contributos para a área de investigação

Sempre que se tem em mente agregar conhecimento seja à comunidade científica, seja à sociedade, haverá positividade nesta ação. Dissertações de mestrado são contributos importantes extensíveis para além do ambiente académico, especialmente quando se trata de casos concretos. A adoção de um algoritmo, materializado através de uma metodologia, pode ajudar a resolver problemas específicos e a sanar questões antes não controladas, como por exemplo, a Gestão da Manutenção de ativos públicos.

A metodologia da manutenção proposta agregará valor à CME, pois é capaz de coordenar as ações de manutenção por meio de uma ferramenta compacta e de fácil utilização, conforme pormenorizada no Capítulo 4. O Método MAIER trará benefícios à gestão pública e tem como uma das mais-valias principais

a conservação do património público. A escolha através de multicritérios e parâmetros adequados potencia a metodologia, compila conhecimento e evidencia o universo rico em assuntos inter-relacionados que devem ser tidos em consideração, aquando dum planeamento em manutenção.

O facto de se elaborar o Método MAIER pela plataforma Microsoft® Office Excel mitigará o desperdício de papel, concentrará a informação num documento único e facilitará à integração destas informações no sistema digital da CME. Para além de que esta ferramenta pode ser disponibilizada numa *cloud* acessível a todos a qualquer momento, bastando apenas ligação à rede e um simples *smartphone*.

O Método MAIER é uma ferramenta nova, integradora, fundamental para qualquer atividade de Gestão da Manutenção do património edificado que proporciona, aos responsáveis pela gestão, um maior controlo do estado de conservação, das intervenções, da periodicidade e dos custos inerentes. Permite uma programação e um planeamento muito mais eficaz.

Em suma, conclui-se que esta dissertação irá certamente contribuir para a uma melhor disseminação do conhecimento neste âmbito junto não só da comunidade científica, como também, da comunidade em geral e gestores do património edificado, incentivando outros trabalhos de investigação de continuidade ou complementares. As estratégias e estruturação da manutenção adotadas, seja no Plano de Manutenção e Utilização, seja no Método MAIER, podem ser implementadas em quaisquer organizações (públicas ou não), o que permitirá a compreensão da importância da Gestão da Manutenção e elevar o nível da qualidade dos sistemas construtivos a serem mantidos.

Conclui-se que esta dissertação representa um avanço para a área de Gestão da Manutenção, pois o Método MAIER pretende prevenir insucessos decorrentes das ações de manutenção no edificado, área ainda pouco explorada na literatura portuguesa, mas de extrema significância face aos elevados custos despendidos com manutenção.

6.2 Limitações da pesquisa

Qualquer pesquisa tem limitações e a elaboração de uma metodologia tem um mínimo de subjetividade. Durante o desenvolvimento desta pesquisa, procurou-se efetivamente atender às necessidades concretas da CME. No entanto, surgiram entraves e dificuldades inerentes a todo o processo. Elencam-se algumas limitações e desafios que tiveram de ser ultrapassados para a conclusão desta pesquisa:

- **Limitações sistémicas:** como referido no decorrer do texto, os sistemas construtivos são compostos por unidade menores – EFM – e cada um deles apresenta processos de degradação específicos e diferentes. Por vezes, a complexidade é enorme e pode dificultar a gestão. Este

talvez seja o ponto fulcral que inviabilize a correta gestão e manutenção dos edifícios: estruturar esta classificação e subclassificação (em níveis) dos sistemas para se ter conhecimento da dimensão global do sistema de gestão;

- **Limitações científicas:** por vezes, a literatura carece de informações técnicas em relação à base de dados, especialmente nos quesitos: periodicidade e vida útil dos materiais construtivos. O que pode mascarar resultados e levar a erros na Gestão da Manutenção;
- **Limitações metodológicas:** a pesquisa fundou-se na inspeção visual, ou seja, aquelas que podem ser facilmente visualizadas no momento da vistoria. Assim, é possível incorrer em erros na caracterização das anomalias pela "superficialidade" inerente a esse tipo de inspeção se comparada com os outros tipos de inspeção, como por exemplo: o uso do equipamento boroscópio, ou de extração para inspeção laboratorial. Entretanto, isto não inviabilizou a pesquisa nem sequer a aferição dos resultados;
- **Limitações tecnológicas:** com um maior conhecimento das ferramentas VBA (*Visual Basic for Applications*), *Power BI* e *Power Query Editor* poder-se-ia aprofundar o modelo desenvolvido através da utilização de outros recursos para o tratamento da base de dados

6.3 Perspetivas futuras e epílogo

Qualquer dissertação possibilita e fomenta sempre o desenvolvimento de novas investigações. Desde modo, sugerem-se alguns trabalhos futuros correlacionados com o tema apresentado neste trabalho:

- ampliação da área de investigação para os demais sistemas construtivos do CEE, pode contribuir por abranger todos os EFM da edificação e gerará uma base de dados bastante consistente;
- ampliação da área de investigação para outras edificações públicas da CME será uma mais-valia na medida em que as ações de manutenção englobarão todos os edifícios do Município;
- implementação do Plano de Manutenção e Utilização e Método MAIER propostos aos demais ativos públicos do CME, com os devidos ajustes;
- desenvolvimento de uma classificação e subclassificações de todos os demais sistemas construtivos do CEE, pormenorizada em alguns níveis para auxiliar na criação da base de dados;
- desenvolvimento de uma base de dados real para o CEE para ser utilizada na estrutura do Plano de Manutenção e Utilização sugerido. Assim, aplicar-se-á a ferramenta desenvolvida ao caso em estudo;

- implementação de um estudo aprofundado através da análise económica para o CEE com a criação de uma base de dados real dos custos das manutenções de todos os sistemas construtivos e EFM;
- elaboração de um portefólio educativo para sensibilizar os utilizadores do CEE – professores, funcionários, alunos, pais e visitantes – na preservação, zelo e conservação das instalações;
- elaboração de processos internos próprios e específicos para a Gestão da Manutenção, traçando diretrizes e melhorias contínuas para auxiliar a metodologia proposta.

Após a conclusão desta pesquisa, será possível analisar de forma mais criteriosa a dimensão das atividades de manutenção e todas as suas inter-relações com outros fatores determinantes (periodicidade, vida útil, degradação, anomalias, entre outros). Mesmo não tendo sido explorada a questão económica, a presente investigação demonstrou a importância dos custos na fase de operação e manutenção.

Sempre houve a convicção de que uma pesquisa razoável dependia, sobretudo, de uma revisão bibliográfica bastante sólida. Não se mediram esforços na investigação e procura desse conhecimento.

A elaboração de um trabalho desta natureza foi extremamente proveitosa por aguçar o interesse pelo conhecimento e a descoberta dos universos da Gestão da Manutenção e do *Facility Management*. Procurou-se manter motivada a todo instante, a toda nova descoberta, a cada etapa cumprida... Vibrou-se com término da redação de cada Capítulo e na medida em que a metodologia se moldava.

Autonomia, disciplina, responsabilidade e capacidade de organização foram aspetos desenvolvidos durante a elaboração desta dissertação e que somente acrescentaram à experiência académica, pessoal e profissional da autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT NBR 14037. (2014). Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos, 1–16. Retrieved from <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=325465>
- ABNT NBR 5674. (2012). Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, 1–25. Retrieved from <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=91541>
- Abreu, A., Dias, C., & Requeijo, J. (2015). Modelo de Implementação da Manutenção de Edifícios Lean. In *International Conference on Engineering* (pp. 1–10). Retrieved from https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/7553/1/Model_AABreu_ADEM.pdf
- Africa, J., Heerwagen, J., Loftness, V., & Ryan Balagtas, C. (2019). Biophilic Design and Climate Change: Performance Parameters for Health. *Frontiers in Built Environment*, 5(28), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2019.00028>
- Ahuja, P. S. (2009). Total Productive Maintenance. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 417–459). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Al-Najjar, B., & Alsyouf, I. (2003). Selecting the most efficient maintenance approach using fuzzy multiple criteria decision making. *International Journal of Production Economics*, 84(1), 85–100. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00380-8](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00380-8)
- Al-Turki, U. M. (2009). Maintenance Planning and Scheduling. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 237–262). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Alavi, S. H., & Matheu, N. F. (2019). BIM LOD for Facility Management Tasks. In *2019 European Conference on Computing in Construction, Chania, Crete, Greece* (pp. 154–163). <https://doi.org/10.35490/EC3.2019.187>
- Alexander, K. (2003). *Facilities Management: Theory and Practice*. <https://doi.org/10.4324/9780203475966>
- Alexander, K. (2009). European Facilities Management: the next generation. <https://doi.org/10.13140/2.1.3731.7763>
- Alexander, K. (2012). Co-creation of value in FM. Retrieved from <https://www.researchgate.net/>
- Almeida, P. F. M. S. (2010). Gestão de Edifícios Análise de registos de grandes intervenções não previstas. Retrieved from <http://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/60104>
- Appleton, J. (2005). Construções em Betão – Nota histórica sobre a sua evolução. *Instituto Superior Técnico*, 1–18. Retrieved from <http://www.civil.ist.utl.pt/~cristina/GDBAPE/ConstrucoesEmBetao.pdf>
- Baaki, T. K., Baharum, M. R., & Ali, A. S. (2016). A review of sustainable facilities management knowledge and practice, (October). <https://doi.org/10.1051/mateconf/20166600075>

- Barros, P. M. L. de. (2008). *Processos de Manutenção Técnica de Edifícios - Plano De Manutenção: Coberturas*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60192/2/Texto%20integral.pdf>
- Bastardo, J. (2008). *Processos de Manutenção de Instalações de Edifícios no Domínio da Engenharia Civil*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10216/60130>
- Birgisdóttir, H., & Rasmussen, F. N. (2016). Introduction to LCA of Buildings. Retrieved from [https://www.trafikstyrelsen.dk/~media/Dokumenter/09 Byggeri/Baredygtigt byggeri/TBST-2016-02-Introduction_LCA_english.pdf](https://www.trafikstyrelsen.dk/~media/Dokumenter/09_Byggeri/Baredygtigt_byggeri/TBST-2016-02-Introduction_LCA_english.pdf)
- Bititci, U., Garengo, P., Dörfler, V., & Nudurupati, S. (2012). Performance Measurement: Challenges for Tomorrow. *International Journal of Management Reviews*, 14(3), 305–327. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2011.00318.x>
- Blanchard, B. S. (2002). Life-cycle Costing: an Effective Tool for Total Asset Management. In *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS)*. Retrieved from <https://www.eolss.net/sample-chapters/C15/E1-28-04-02.pdf>
- Business Plan CEN/TC 348 Facility Management*. (2006). (351260/2006/99). <https://doi.org/https://standards.cen.eu/BP/414882.pdf>
- Business Plan ISO/TC 267 Facility Management*. (2017). Retrieved from https://isotc.iso.org/livelink/livelink/fetch/2000/2122/687806/ISO_TC_267__Facility_management_.pdf?nodeid=16061621&vernum=-2
- Cabrita, C. M. P., & Cardoso, A. J. M. (2015). Conceitos e definições de falha e avaria nas normas portuguesas de manutenção NP EN 13306_2007 e NP EN 155341_2009_2015. *Revista Manutenção*, 125(2º trimestre), 4–9. Retrieved from http://revistamanutencao.pt/PDF/125/AC_M125.pdf
- Calabrese, E. F., & Kellert, S. R. (2018). The Practice of Biophilic Design. Retrieved from <https://www.biophilic-design.com/>
- Calejo Rodrigues, R. M. G. (2001). *Gestão de edifícios: Modelo de Simulação Técnico-económica*. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10216/11055>
- Campbell, J. D. (1995). Outsourcing in maintenance management: A valid alternative to self-provision. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 1(3), 18–24. <https://doi.org/10.1108/13552519510096369>
- Campbell, L. Z. (2017). An exploration of how research can aid the development of facilities management. *Facilities*, 35(5–6), 356–366. <https://doi.org/10.1108/F-04-2016-0037>
- Carlino, A. E. (2012). *Melhorias dos processos de manutenção em prédios públicos*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil. Retrieved from <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4674/4472.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Carta de Cracóvia. Princípios para a Conservação e o Restauro do Património Construído. (2000). In *Conferência Internacional sobre Conservação* (pp. 1–6). Retrieved from <http://www.patrimoniocultural.gov.pt/media/uploads/cc/cartadecracovia2000.pdf>

- CBIC. (2013). *Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013*. (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Ed.). Fortaleza, Brasil: Gadioli Cipolla Comunicação. Retrieved from <https://site.abece.com.br/download/pdf/130626CBICGuiaNBR2EdicaoVersaoWeb.pdf>
- CBIC. (2016). *Fundamentos BIM - Parte 1: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras*. (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, Ed.) (Vol. 1). Brasília, Brasil. Retrieved from <https://cbic.org.br/faca-o-download-da-coletanea-bim-no-site-da-cbic/>
- CEN. (2011). EN 15978 - Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method. Retrieved from https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT:31325&cs=16BA443169318FC086C4652D797E50C47
- CEN. (2020a). CEN/TC 319. Retrieved January 26, 2020, from <https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:105:0:::>
- CEN. (2020b). CEN/TC 348. Retrieved January 26, 2020, from <https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:105:0:::>
- CEOpedia Management online. (2020). Retrieved January 27, 2020, from https://ceopedia.org/index.php/Transformational_outsourcing
- Chai, C. de V. V. C. (2011). *Previsão da vida útil de revestimentos de superfícies pintadas em paredes exteriores*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395142652144/Dissertação.pdf>
- Chotipanich, S. (2004). Positioning facility management. *Facilities*, 22(13), 364–372. <https://doi.org/10.1108/02632770410563086>
- CIB. (2020). Retrieved February 8, 2020, from <https://www.cibworld.nl/site/home/index.html>
- Cordeiro, I. M. M. N. (2011). *Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143146780/Dissertação.pdf>
- Correia, G. de B. (2009). *Estudo de casos gestão de operações de reabilitação de edifícios antigos*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59720/1/000142029.pdf>
- Dáros, J. (2019). O que é LOD em um projeto BIM? Retrieved April 20, 2020, from <https://utilizandobim.com/blog/o-que-e-lod-bim/>
- de Silva, N., Dulaimi, M. F., Ling, F. Y. Y., & Ofori, G. (2004). Improving the maintainability of buildings in Singapore. *Building and Environment*, 39(10), 1243–1251. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.02.011>
- Decreto-Lei nº 555. (1999). *Diário Da República n.º 291 de 16 de Dezembro de 1999, Série I-A*. República Portuguesa. Retrieved from <https://dre.pt/application/file/a/655583>
- Decreto Lei nº 4. (2007). Retrieved from <https://dre.pt/application/file/a/261994>
- Den Heijer, A. C. (2011). *Managing the University campus: Information to support real estate decisions*. Doctoral Thesis, Delft University of Technology, Netherlands. Retrieved from <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A337ca4e3-2895-4fcf-ae9-752141bc6104>

- Dhillon, B. S. (2009). Human Reliability and Error in Maintenance. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 695–710). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Dias, B. D. (2015). Beyond Sustainability – Biophilic and Regenerative Design in Architecture. *European Scientific Journal*, 7881(March), 1857–7881. Retrieved from <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5385/5184>
- Dias, J. L. M. (2011). Maximização da vida útil de edifícios recentes do património existente de interesse relevante. In *Simpósio Património em Construção: Contextos para a sua preservação* (pp. 271–278). Lisboa, Portugal. Retrieved from <http://repositorio.lnec.pt:8080/jspui/bitstream/123456789/1002842/1/Patrimonio2011MirandaDiasSpc35.pdf>
- Dores, D. G. da S. V. (2014). *Aplicação de conceitos de Facility Management em empreendimentos desportivos*. Dissertação de Mestrado, IST - Técnico Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090413248/dissertacao.pdf>
- DRE. (2006). Portaria nº 1192-B/2006. *Diário Da República*, 1ª série(nº 212), 7708-(9) a 7708-(15). <https://doi.org/https://data.dre.pt/eli/port/1192-b/2006/11/03/p/dre/pt/html>
- Duffuaa, S. O., & Haroun, A. E. (2009). Maintenance Control. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 93–113). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Dutra, J. T. (n.d.). Planejamento e Controle da Manutenção da Indústria 4.0. *E-Book*. Retrieved from <http://www.engeteles.com.br>
- eCycle. (2020). Retrieved February 3, 2020, from <https://www.ecycle.com.br/1281-voc-compostos-organicos-volateis>
- Elmualim, A., Shockley, D., Valle, R., Ludlow, G., & Shah, S. (2010). Barriers and commitment of facilities management profession to the sustainability agenda. *Building and Environment*, 45(1), 58–64. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.05.002>
- Elmualim, A., Valle, R., & Kwawu, W. (2012a). Discerning policy and drivers for sustainable facilities management practice. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1(1), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2012.03.001>
- Elmualim, A., Valle, R., & Kwawu, W. (2012b). Discerning policy and drivers for sustainable facilities management practice. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1(1), 16–25. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2012.03.001>
- Encyclopædia Britannica. (2020). Sextus Julius Frontinus. Retrieved February 7, 2020, from <https://www.britannica.com/biography/Sextus-Julius-Frontinus>
- EuroFM. (2020). Retrieved January 27, 2020, from <https://www.eurofm.org/index.php/what-is-fm?showall=&start=2>
- European Organisation for Technical Approvals. (1999). *Assumption of working life of construction products in Guidelines for European Technical Approval, European Technical Approvals and Harmonized Standards. Guidance Document 002*. Retrieved from http://www.sgpstandard.cz/editor/files/stav_vyr/dok_es/eta/gd/gd002.pdf
- Ferreira, M. F. da C. (2012). *Manual de Inspeção e Manutenção da Edificação*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10773/11150>

- Ferreira, R. I. S. (2009). *Metodologia de Manutenção de Edifícios - Revestimento de Pavimentos Interiores Cerâmicos*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60091/1/000135686.pdf>
- Flores-Colen, I., & Brito, J. de. (2015). Manutenção em Edifícios Correntes - Estado Actual do Conhecimento, (Dezembro). https://doi.org/https://www.researchgate.net/publication/286778039_Manutencao_em_Edificios_Correntes_-_Estado_Actual_do_Conhecimento
- Flores-Colen, I., Madureira, S., Morgado, J., & de Brito, J. (2015). Planos de Manutenção Pró-Activa da Envoltura de Edifícios. In *Conpat 2015* (pp. 1–8). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1580.1688>
- Fraser, K. (2014). Facilities management: the strategic selection of a maintenance system. *Journal of Facilities Management*, 12(1), 18–37. <https://doi.org/10.1108/JFM-02-2013-0010>
- Gomes, A. B. de A. V. (2017). *O Facility Management Aplicado à Gestão de Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal. Retrieved from <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/8327/1/Dissertação.pdf>
- Gonçalves, C. D. F. (2014). *Gestão da Manutenção em Edifícios: Modelos para uma abordagem LARG (Lean, Agile, Resilient e Green)*. Tese de Doutoramento, Universidade Nova de Lisboa, Portugal. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2013.08.051>
- González, A. B. R., Díaz, J. J. V., Caamaño, A. J., & Wilby, M. R. (2011). Towards a universal energy efficiency index for buildings. *Energy and Buildings*, 43, 980–987. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.12.023>
- Google Trends. (2020). Retrieved February 3, 2020, from [https://trends.google.pt/trends/explore?date=all&q=facility management,facilities management](https://trends.google.pt/trends/explore?date=all&q=facility%20management,facilities%20management)
- Grazina, R. M. S. (2015). *Energia operacional em edifícios de habitação novos: Aplicação de uma metodologia baseada no desempenho a Portugal*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, Portugal.
- Guerreiro, R. P. R. (2013). *Metodologia de Manutenção de Edifícios: Piscinas Públicas Interiores*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:cOWGhAcMbEMJ:https://sigarra.up.pt/reitoria/pt/pub_geral.show_file%3Fpi_doc_id%3D10853+&cd=1&hl=pt-PT&ct=clnk&gl=pt
- ICOMOS. (2013). The Burra Charter. Australia: International Council on Monuments and Sites. Retrieved from <http://australia.icomos.org/>
- IFMA. (2020). Retrieved January 24, 2020, from <https://www.ifma.org/>
- IFMA Belgium Chapter. (2015). *Rapport sur les tendances FM Belgique 2015*. Retrieved from http://apfm.pt/wp-content/uploads/2017/01/ifma_prococ_rapport-sur-les-tendances-fm-belgique_12-2015_online.pdf
- Ikerd, W., Merrifield, D., Vandezande, J., Cichonski, W., Dellaria, R., Filkins, B., ... Russell, D. (2013). Level of Development Specification. *BIMForum*. Retrieved from <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LOD-Specification.pdf>
- IPQ. (2020). Instituto Português da Qualidade. Retrieved February 8, 2020, from <http://www1.ipq.pt/PT/site/clientes/pages/pesquisarnormas.aspx>

- Islam, R., Mohamed, S. F., Amin, A. B., & Nazifa, T. H. (2017). Designing of Facilities Management Sustainable Parameters for Improving Operational Efficiency. *Journal of System and Management Sciences*, 7(4), 53–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1571750>
- Islam, R., Nazifa, T. H., & Mohamed, S. F. (2019). Evaluation of facilities management sustainable parameters for improving operational efficiency. *International Journal of Construction Management*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1571750>
- ISO. (2020). Retrieved January 26, 2020, from <https://www.iso.org/home.html>
- Ito, K., & Nakagawa, T. (2009). Applied Maintenance Models. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 363–395). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Jensen, P. A. (2011). *The Market for Facilities Management in the Nordic Countries*. Retrieved from http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:DFENsO_Ai9AJ:www.cfm.dtu.dk/-/media/Centre/CFM_Center_for_Facilities_Management_Realdania_Forskning/Forskningsprojekter/Projekter/TheMarketforFacilitiesMan_Rapport-7-vers-3.ashx%3Fla%3Dda%26hash%3D47CC5
- Jensen, P. A., & Nielsen, S. B. (2008). Sustainable FM: a new field of research and practice. *De Ontwerpmanager*, (3), 88. Retrieved from https://orbit.dtu.dk/files/3277317/Sustainable_FM_-_article_for_The_Design_Manager_-_04-09-2008.pdf
- Jensen, P. A., & van der Voordt, T. (2016). Towards an Integrated Value Adding Management Model for FM and CREM. *Proceedings from CIB World Congress*, 12. Retrieved from https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/125904830/WBC16_paper_Towards_an_Integrated_Value_Adding_Process_Model_for_FM_and_CREM.pdf
- Jensen, P. A., van der Voordt, T., Coenen, C., von Felten, D., Nielsen, S. B., & Riratanaphong, C. (2012). In search for the added value of FM : what we know and what we need to learn. *Emerald Insight*, 30(5), 199–217. <https://doi.org/10.1108/02632771211208486>
- Jesus, R. L. T. de. (2017). *Desenvolvimento de uma base de dados de custos de manutenção de edifícios: aplicação a um edifício escolar*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Portugal. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10400.21/7382>
- Katchamart, A. (2013). *Profiling value added position in FM*. Doctoral Thesis, DTU Management Engineering, Technical University of Denmark, Denmark. Retrieved from http://orbit.dtu.dk/files/59024461/Profiling_value_added_position_in_FM.pdf
- Keane, T. (n.d.). The evolution of the facility management field. Retrieved from https://www.academia.edu/29348049/The_Evolution_of_the_Facility_Management_Field
- Kothamasu, R., Huang, S. H., & VerDuin, W. H. (2009). System Health Monitoring and Prognostics – A Review of Current Paradigms and Practices. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 337–362). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Kurdi, M. K., Abdul-Tharim, A. H., Jaffar, N., Azli, M. S., Shuib, M. N., & Ab-Wahid, A. M. (2011). Outsourcing in facilities management - A literature review. *Procedia Engineering*, 20, 445–457. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.187>
- Lateef, O. A. (2010). Case for alternative approach to building maintenance management of public universities. *Journal of Building Appraisal*, 5(3), 201–212. <https://doi.org/10.1057/jba.2009.19>

- Leão, N. M. de. (2018). Vitruvius: a escrita de um arquiteto antigo – século I a.C. *Oficina Do Historiador, Porto Alegre, EDIPUCRS, 11(2)*, 183–199. <https://doi.org/10.15448/21778-3748.2018.2.27055>
- Leite, C. L. A. (2009). *Estrutura de um Plano de Manutenção de Edifícios Habitacionais*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58591/1/000137039.pdf>
- Lindholm, A. L. (2008). A constructive study on creating core business relevant CREM strategy and performance measures. *Facilities, 26(7–8)*, 343–358. <https://doi.org/10.1108/02632770810877976>
- Liu, R., & Issa, R. R. A. (2016). Survey: Common knowledge in BIM for facility maintenance. *Journal of Performance of Constructed Facilities, 30(3)*, 1–8. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0000778](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0000778)
- Liyanaige, J. P., Badurdeen, F., & Ratnayake, R. M. C. (2009). Industrial Asset Maintenance and Sustainability Performance: Economical, Environmental, and Societal Implications. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 665–693). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Lopes, T. J. O. L. P. (2005). *Fenómenos de pré-patologia em manutenção de edifícios - Aplicação aos revestimento ETICS*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10216/11763>
- Lourenço, C. (2012). *Green Building: Análise da Viabilidade Financeira da Construção de um Edifício Sustentável*. Dissertação de Mestrado, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal. Retrieved from [https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/4633/1/GREEN_BUILDING_análise da viabilidade financeira da construção de um edifício sustentável..pdf](https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/4633/1/GREEN_BUILDING_análise_da_viabilidade_financeira_da_construção_de_um_edifício_sustentável..pdf)
- Machado, M. P. N. M. (2013). *Manutenção Preventiva de um Edifício Hospitalar*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - ISEL, Portugal. <https://doi.org/https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2561/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf>
- Magalhães, R. P. P. (2008). *Processos de Manutenção Técnica de Edifícios: Rebocos Pintados*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10216/60523>
- Manutenção e conservação do edificado. (2016). *Ordem Dos Arquitectos. Secção Regional Sul - Cadernos Técnicos Nº 5*. Retrieved from https://www.oasrs.org/media/uploads/5_CT_Manutenc%a3o_us39Wwc.pdf
- Maurício, F. M. M. P. (2011). *Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços*. Dissertação de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, Portugal. <https://doi.org/https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395143139302/Disserta%E7%E3o%20de%20Mestrado.pdf>
- McAuley, B. (2016). *Identification of Key Performance Tasks to Demonstrate the Benefit of Introducing the Facilities Manager at an Early Stage in the Building Information Modelling process on Public Sector Projects in Ireland*. Doctoral Thesis, Technological University Dublin, Ireland. <https://doi.org/10.21427/D7DK62>

- Meng, X. (2014). The role of facilities managers in sustainable practice in the UK and Ireland. *Smart and Sustainable Built Environment*, 3(1), 23–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/SASBE-03-2013-0012>
- Mirghani, M. A. (2009). Guidelines for Budgeting and Costing Planned Maintenance Services. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 114–132). S. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Morgado, J. N. P. L. V. (2012). *Plano de inspeção e manutenção de coberturas de edifícios correntes*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. Retrieved from [https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144359944/Plano de Inspeção e Manutenção de Coberturas.pdf](https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/395144359944/Plano%20de%20Inspeção%20e%20Manutenção%20de%20Coberturas.pdf)
- Mouta, C. S. P. (2011). *Gestão da Manutenção*. Dissertação de Mestrado, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal. Retrieved from [https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3810/1/Tese Final - Carla Mouta.pdf](https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/3810/1/Tese%20Final%20-%20Carla%20Mouta.pdf)
- NAFAM. (2020). Retrieved January 30, 2020, from <http://nafam.org.my/>
- Nielsen, S. B., & Galamba, K. R. (2016). Sustainability in facilities management : an overview of current research. *Emerald Insight*, 34(9), 535–563. <https://doi.org/10.1108/F-07-2014-0060>
- Nielsen, S. B., Jensen, J. O., & Jensen, P. A. (2009). Delivering sustainable facilities management in danish housing states. In *II International Conference on Sustainability Measurement and Modelling (ICSMM)*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/255623383_DELIVERING_SUSTAINABLE_FACILITIES_MANAGEMENT_IN_DANISH_HOUSING_ESTATES
- Nor, N. A. M., Mohammed, A. H., & Alias, B. (2014). Facility Management History and Evolution. *International Journal of Facility Management (IJFM)*, 5(1). Retrieved from https://www.academia.edu/9962414/Facility_Management_History_and_Evolution
- NP 4483. (2009). Guia para a implementação do sistema de gestão da manutenção. *Instituto Português Da Qualidade*, 1–22.
- NP 4492. (2010). Requisitos para a prestação de serviços de manutenção. *Instituto Português Da Qualidade*, 1–16.
- NP EN 13269. (2007). Manutenção. Instruções para a preparação de contratos de manutenção. *Instituto Português Da Qualidade*, 1–25.
- NP EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestão da qualidade. Fundamentos e vocabulário. (2005). *Instituto Português Da Qualidade*, 1–41.
- NP EN ISO 9004. (2000). Sistemas de gestão da qualidade. Linhas de orientação para melhoria de Desempenho. *Instituto Português Da Qualidade*, 1–73.
- Olaniyi, O. O. (2017). *Development of a Facilities Management framework for Sustainable Building Practices in Nigeria*. Doctoral Thesis, University of Central Lancashire, Preston, United Kingdom. Retrieved from <http://clock.uclan.ac.uk/20755/>
- Oliveira, M. A. de. (2017). *Sistema de gestão da manutenção baseada no grau de maturidade da organização no âmbito da manutenção*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho, Braga, Portugal. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/48721>

- Oliveira, M. M. F. de, & Correia, M. B. (2020). Facility Management: novo paradigma através da criação de valor às organizações. In *Encore 2020 - 4º Encontro de Conservação e Reabilitação de Edifícios (LNEC)* (pp. 1–11). Lisboa, Portugal.
- Oliveira, P. F. dos S. C. (2011). *Metodologia de Manutenção de Edifício - Fachadas Ventiladas*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/1822/2557>
- Ordem dos Arquitectos (OA). (2006). *Parecer sobre o anteprojecto de revisão do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)*. Retrieved from [http://www.oasrn.org/pdf_upload/Revisao RGEU - parecer aprovado CDN.pdf](http://www.oasrn.org/pdf_upload/Revisao_RGEU_-_parecer_aprovado_CDN.pdf)
- Ordem dos Engenheiros (OE). (2006). *Parecer da Ordem dos Engenheiros sobre o projecto de revisão do RGE datado de Maio de 2006*. Retrieved from https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/pareceres_propostas/parecer_052006.pdf
- Pärn, E. A., Edwards, D. J., & Sing, M. C. P. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: A review. *Automation in Construction, 75*, 45–55. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.12.003>
- Paulino, C. M. R. (2009). *Metodologia da Manutenção de Elementos Exteriores em Madeira*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal.
- Pham, H., Kim, S.-Y., & Luu, T.-V. (2019). Managerial perceptions on barriers to sustainable construction in developing countries: Vietnam case. *Environment, Development and Sustainability, 0123456789*. <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00331-6>
- Pintelon, L., & Muchiri, P. N. (2009). Safety and Maintenance. In M. Ben-Daya, S. O. Duffuaa, A. Raouf, J. Knezevic, & D. Ait-Kadi (Eds.), *Handbook of Maintenance Management and Engineering* (pp. 613–648). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84882-472-0>
- Pinto, G. J. P. F. (2010). *A gestão de serviços de manutenção em edifícios de serviços*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10216/71321>
- Plaut, J. M., Dunbar, B., Wackerman, A., & Hodgins, S. (2012). Regenerative design: The LENSES Framework for buildings and communities. *Building Research and Information, 40*(1), 112–122. <https://doi.org/10.1080/09613218.2012.619685>
- PMBOK. (2017). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®)* (6ª Ed.). Pensilvânia, USA: Project Management Institute.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating Shared Value How to reinvent capitalism - and unleash a wave of innovation and growth. *Harvard Business Review*, (January-February).
- Primo, A. D. de O. (2008). *Estudo da durabilidade de materiais e sistemas construtivos - sistema ETICS*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10216/59584>
- Quinn, J. B., & Hilmer, F. G. (1994). Strategic outsourcing. *Sloan Management Review, 35*(4), 43–55. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(95\)00075-5](https://doi.org/10.1016/0024-6301(95)00075-5)
- Rahman, M. A. A., Akasah, Z. A., Abdullah, M. S., & Musa, M. K. (2012). Issues and problems affecting the implementation and effectiveness of heritage buildings maintenance. In *The International Conference on Civil and Environmental Engineering Sustainability (IConCEES 2011), Johor Bahru, Malaysia*. (pp. 1–5). Retrieved from <http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/2535/>

- Ramzy, N. S. (2015). Biophilic qualities of historical architecture: In quest of the timeless terminologies of “life” in architectural expression. *Sustainable Cities and Society*, 15, 42–56. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2014.11.006>
- Rato, V., & Brito, J. de. (2003). *Exigências Funcionais das Coberturas Inclinadas*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2076.2082>
- Ribeiro, I. Q. T. (2016). *Plano de Manutenção de Edifícios - Análise de Guia Orientador*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/10216/98961>
- Riratanaphong, C., & Voordt, T. J. M. van der. (2015). Measuring the Added Value of Workplace Change : Performance Measurement in Theory and Practice, (December 2017). <https://doi.org/10.1108/F-12-2014-0095>
- Rodrigues, F., Matos, R., Di Prizio, M., & Costa, A. (2018). Conservation level of residential buildings: Methodology evolution. *Construction and Building Materials*, 172, 781–786. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.129>
- Rodrigues, M. F. da S. (2008). *Estado de Conservação de Edifícios de Habitação a Custos Controlados*. Tese de Doutoramento, Universidade de Aveiro, Portugal. <https://doi.org/https://ria.ua.pt/bitstream/10773/2411/1/2009000829.pdf>
- Rogers, J. W. (2013). Can facility managers impact the expected budgetary outcomes of robust asset management programs? *Facilities*, 31(1/2), 56–67. <https://doi.org/10.1108/02632771311292518>
- Roper, K. O., & Payant, R. P. (2014). *The Facility Management Handbook* (4ª Ed.). AMACOM. Retrieved from <https://www.academia.edu/36531338/Amacom.Facility.Management.Handbook.4th.Edition.Jul.2014.ISBN>
- Sá, J. P. V. P. D. de. (2016). *Facility Management: a componente da Manutenção de Edifícios*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/89101/2/138959.pdf>
- Sales, P. M. da S. (2018). *Manual de inspeção e manutenção da Igreja Matriz de Rio Tinto*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto - ISEP, Portugal. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10400.22/14112>
- Sharma, R. K., Kumar, D., & Kumar, P. (2005). FLM to select suitable maintenance strategy in process industries using MISO model. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 11(4), 359–374. <https://doi.org/10.1108/13552510510626981>
- Silva, B. M. P. (2015). *A Importância Estratégica do Facility Management: o caso da EDP Valor*. Dissertação de Mestrado, ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa, Portugal. Retrieved from [https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/11818/1/BRUNO SILVA_Tese de Mestrado %28ISCTE_IUL%29.pdf](https://repositorio.iscte-iul.pt/bitstream/10071/11818/1/BRUNO_SILVA_Tese_de_Mestrado%28ISCTE_IUL%29.pdf)
- Sitter, W. R. (1984). Costs of service life optimization “The Law of Fives.” In *CEB-RILEM Workshop on Durability of Concrete Structures* (pp. 131–134). Copenhagen, Denmark, May 18-20, 1983: Comité Euro-International du Béton. Retrieved from <https://research.tue.nl/en/publications/costs-of-service-life-optimization-the-law-of-fives>
- Smith, A., & Pitt, M. (2011). Sustainable workplaces and building user comfort and satisfaction. *Journal of Corporate Real Estate*, 13(3), 144–156. <https://doi.org/10.1108/14630011111170436>

- Soares, J. D. R. T. (2013). *A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal. Retrieved from https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/4715/1/DM_JoelSoares_2013_MEC.pdf
- SPAB. (2020). Retrieved February 5, 2020, from <https://www.spab.org.uk/>
- Støre-Valen, M., & Buser, M. (2019). Implementing sustainable facility management: challenges and barriers encountered by Scandinavian FM practitioners. *Facilities*, 37(9/10), 550–570. <https://doi.org/10.1108/f-01-2018-0013>
- Tavares, A., Costa, A., & Varum, H. (2011). *Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios. Guia de intervenção*. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Tavares, A. da C. (2009). *Gestão de Edifícios: Informação Comportamental*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. Retrieved from <https://hdl.handle.net/10216/60137>
- Tavares, M. S. (2014). *Acompanhamento dos trabalhos de reabilitação de um edifício*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal.
- Techsci Research. (2020). Retrieved January 30, 2020, from <https://www.techsciresearch.com/report/france-facility-management-market/1382.html>
- Teichmann, S. A. (2009). FM Market Size in Europe. *European FM Insight*, (11), 11–14. Retrieved from <https://www.zhaw.ch/storage/lsfm/institute-zentren/ifm/beruf-und-branche/artikel-teichmann.pdf>
- Teicholz, P. (2013). *BIM for Facility Managers*. (P. Teicholz, Ed.), *IFMA Foundation*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Torgal, F., & Jalali, S. (2011). Energia incorporada em materiais de construção versus energia operacional. *Revista Internacional Construlink*, 9(27), 5–12. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1822/14870>
- Torres, J. V. da S. (2009). *Manutenção Técnica de Edifícios: Vãos Exteriores: Portas e Janelas*. Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Portugal. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10216/57585>
- United Nation Environment Programme. (2007). Buildings and Climate Change: Current Status, Challenges and Opportunities. *DG Environment News Alert Dervice*, (71), 1. Retrieved from [http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7783/-Buildings and Climate Change - Status%2C Challenges and Opportunities-20073934.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7783/-Buildings%20and%20Climate%20Change-Status%2C%20Challenges%20and%20Opportunities-20073934.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Vetráková, M., Potkány, M., & Hitka, M. (2013). Outsourcing of facility management. *Ekonomika a Management*, (January). Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/286204140_Outsourcing_of_facility_management
- Vilches, A., Garcia-Martinez, A., & Sanchez-Montañes, B. (2017). Life cycle assessment (LCA) of building refurbishment: A literature review. *Energy and Buildings*, 135, 286–301. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.11.042>
- Vries, J. C. de, Jonge, H. de, & Van Der Voordt, T. J. M. (2008). Impact of real estate interventions on organisational performance. *Journal of Corporate Real Estate*, 10(3), 208–223. <https://doi.org/10.1108/14630010810922094>
- Waheed, Z. (2012). *Application of Social Network Analysis to Understand Knowledge Sharing In a Facilities Management Network*. Doctoral Thesis, Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland. Retrieved from <https://www.ros.hw.ac.uk/handle/10399/2873>

Wikipédia: a Enciclopédia livre. (2020).

Wikipedia. (2020). Retrieved January 23, 2020, from <https://pt.wikipedia.org/wiki/Vitruvius>

Yost, J. R. (2017). Managing Facilities: Electronic Data Systems, 1962–1984. In *Making IT Work: A History of the Computer Services Industry* (pp. 135–151). MIT Press. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/8093922/authors#authors>

Zadeh, P. A., Wang, G., Cavka, H. B., Staub-French, S., & Pottinger, R. (2017). Information Quality Assessment for Facility Management. *Advanced Engineering Informatics*, *33*, 181–205. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2017.06.003>

ANEXO 1

O anexo 1 designadamente contempla o projeto arquitetónico do Centro Educativo de Esposende (CEE):

- Anexo 1.a – Projeto arquitetónico: Planta de Implantação – folha 1/9
- Anexo 1.b – Projeto arquitetónico: Planta do Piso 0 – folha 2/9
- Anexo 1.c – Projeto arquitetónico: Planta do Piso 1 – folha 3/9
- Anexo 1.d – Projeto arquitetónico: Planta de Cobertura – folha 4/9
- Anexo 1.e – Projeto arquitetónico: Cortes 1, 2 e 3 – folha 5/9
- Anexo 1.f – Projeto arquitetónico: Cortes 4, 5 e 6 – folha 6/9
- Anexo 1.g – Projeto arquitetónico: Cortes 7, 8 e 9 – folha 7/9
- Anexo 1.i – Projeto arquitetónico: Cortes 10, 11 e 12 – folha 8/9
- Anexo 1.j – Projeto arquitetónico: Alçados – folha 9/9