



## Metodologia BIM-FM: Caso de Estudo Aplicado À Piscina Municipal de Vila Meã

JORGE LUÍS FERREIRA DOS SANTOS MOTA

Outubro de 2016

# **METODOLOGIA BIM-FM: CASO DE ESTUDO APLICADO À PISCINA MUNICIPAL DE VILA MEÃ**

Jorge Luís Ferreira dos Santos Mota

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Prof. Jorge José De Magalhães Mendes

Supervisor: Eng.º Miguel Gomes (Câmara Municipal de Amarante)

**Outubro de 2016**



*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar no que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo o mundo vê”*

*Arthur Schopenhauer*



# ÍNDICE GERAL

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| Índice Geral .....                    | iii  |
| Resumo.....                           | v    |
| Abstract .....                        | vii  |
| Agradecimentos .....                  | ix   |
| Índice de Texto .....                 | xi   |
| Índice de Figuras.....                | xiii |
| Índice de Tabelas.....                | xvii |
| Abreviaturas .....                    | xix  |
| 1 Introdução.....                     | 1    |
| 2 Building Information Model.....     | 7    |
| 3 Facility Management.....            | 23   |
| 4 Archibus .....                      | 59   |
| 5 Caso de estudo .....                | 67   |
| 6 Conclusão e trabalhos futuros ..... | 121  |
| Referências Bibliográficas .....      | 123  |
| Anexo.....                            | 127  |



## RESUMO

Com o envolvimento cada vez mais frequente das novas tecnologias no setor da construção, proporcionando um dinamismo nos processos de troca de informação entre os vários intervenientes no ciclo de vida do empreendimento. *Building Information Model*, BIM, é um conceito que contém novas metodologias de trabalho através de ferramentas tecnológicas que se interligam e que permitem aos profissionais da construção gerirem de forma organizada e partilhada, os seus projetos desde a sua conceção até à sua manutenção.

Com a importância da fase de manutenção e operação no ciclo de vida de um edifício dá-se a origem do *Facility Management* (FM). Esta área, pode ser definida como a integração de processos dentro da organização de forma a manter e desenvolver os serviços acordados que apoiam e melhoram a eficácia das atividades primárias, utilizada também na melhoria da gestão das atividades de apoio à atividade principal.

A interligação entre BIM e FM (BIM-FM) traz ao processo de gestão de edifícios inúmeras vantagens, se por um lado o BIM proporciona uma capacidade gráfica e de visualização, mas sobretudo pelas potencialidades que cada base de dados criada oferece. Por outro lado o FM com a informação sobre o edifício exportada do modelo BIM, permite ao gestor gerir a informação e completá-la com as informações e processos de manutenção, adquirindo assim um modelo de informação do empreendimento mais completo e competente para efetuar as respetivas ações.

Esta dissertação apresenta como objetivo principal aplicar estas novas metodologias de trabalho a um caso de estudo real, como é a Piscina Municipal de Vila Meã, evidenciando ações decorrentes da melhoria contínua do tratamento de água com interesse na saúde pública.

**Palavras-chave:** BIM, FM, gestão de edifícios, BIM-FM.



## ABSTRACT

With the evolvement of new technologies being more and more frequently used in the construction sector, providing dynamic in the procedure of exchanging information between several interveners in the enterprise cycle of life. *Building Information Model*, BIM, is a concept that has new working mythologies by tools of technology that connect each other and which permits construction professionals to manage their projects from its concession until its maintenance in a organized and shared manner.

With the importance phase of maintenance and the operation life cycle of a building originated the *Facility Management* (FM). This area can be defined with the integration of procedures inside of the organization in order to maintain and develop the agreed services that support and improve the efficiency of primary activities, this is also used to improve and support management activities of the main activity.

The interconnection between BIM and FM (BIM-FM) brings the process of management of the buildings numerous advantages, if in one hand the BIM gives graphic capacity and visualization, but above all the potential that each data base that was created has to offer. On the other hand the FM with the information about the building exported from the model BIM, permits the manager to manage the information and to complete it with all the information and maintenance procedures, therefore acquiring an example of a more complete and competent information of the building to act upon the respective actions.

This dissertation presents as a main objective to apply these new mythologies of work to a real study case, like in the case of the *Municipal pool of Vila Meã*, and starring actions arising to continuously improve the treatment of the water within the interest of the public health.

**Keywords:** BIM, FM, Buildings Management, BIM-FM.



## **AGRADECIMENTOS**

Após o final da elaboração do presente trabalho quero deixar aqui os meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que contribuíram de uma forma ou de outra para que isto fosse possível, nomeadamente:

Em primeiro lugar ao Professor Tiago Abreu que depois de uma semana de alguns apertos na procura por uma oportunidade de estágio, conseguiu tornar tudo isto possível.

Ao meu orientador, Professor Jorge Mendes, que desde do primeiro dia em que conversamos, se mostrou disponível e que durante todo o estágio com as conversas frequentes que tivemos, transmitiu-me motivação, os seus conhecimentos, confiança do caminho a traçar, disponibilidade e apoio demonstrado. O meu Sincero Obrigado!

À Câmara Municipal de Amarante por me ter dado a oportunidade de aprender, de ter o contato com o ambiente laboral, por disponibilizar tudo o que fosse necessário para o melhor desempenho do meu trabalho.

À Unidade Técnica de Projetos, divisão onde me encontrei a trabalhar, no qual fui muito bem recebido por todos e com quem tive o prazer de aprender e conviver, e com certeza que sentirei saudades dos momentos por lá vividos.

Ao Eng. Mário Correia da Archibus, com o qual tive o prazer de o conhecer, de aprender, mostrando-se sempre disponível para ajudar e motivar em todas as nossas conversas.

À Equipa Técnica de Manutenção, nomeadamente à Eng. Marta Silva e ao Prof. Carlos Gomes, por toda a disponibilidade demonstrada em conceder toda a informação possível no desenvolvimento do trabalho.

À minha família e amigos por toda a paciência e apoio que sempre tiveram, às minhas ausências prolongadas nos nossos encontros ou almoços familiares. Também ao Paulo Barros que também como eu partilhou do “Tema tese” e no qual foi possível nos motivarmos um ao outro.

À Isabel Peixoto, minha namorada, que esteve sempre lá, diria a 100%, nas nossas longas conversas sobre os medos e receios, na paciência, na motivação e apoio sem limites.

Ao ISEP/BIM pela ajuda imediata nas vezes que surgiram dúvidas e pela motivação insistente do grupo, muitas vezes acenando com eventos relacionados com o BIM.



# ÍNDICE DE TEXTO

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introdução.....                            | 1  |
| 1.1   | Enquadramento.....                         | 3  |
| 1.2   | Objetivos.....                             | 4  |
| 1.3   | Estrutura.....                             | 4  |
| 2     | Building Information Model.....            | 7  |
| 2.1   | Conceitos e Definições.....                | 7  |
| 2.2   | Relações Paramétricas.....                 | 12 |
| 2.3   | Interoperabilidade.....                    | 12 |
| 2.4   | Level of Development.....                  | 14 |
| 2.5   | BIM no ciclo de vida de um projeto.....    | 18 |
| 3     | Facility Management.....                   | 23 |
| 3.1   | Conceitos e Definições.....                | 23 |
| 3.2   | Gestão de edifícios.....                   | 26 |
| 3.2.1 | Gestão técnica.....                        | 27 |
| 3.2.2 | Gestão económica.....                      | 28 |
| 3.2.3 | Gestão Funcional.....                      | 29 |
| 3.3   | Softwares FM.....                          | 30 |
| 3.3.1 | ARCHIBUS.....                              | 33 |
| 3.3.2 | ARCHIFM.net.....                           | 34 |
| 3.3.3 | IBM Tririga.....                           | 34 |
| 3.3.4 | GLOSE.....                                 | 35 |
| 3.4   | Políticas e estratégias de manutenção..... | 36 |

## ÍNDICE DE TEXTO

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 3.4.1   | Manutenção Preventiva .....  | 37  |
| 3.4.2   | Manutenção Corretiva.....  | 38  |
| 3.4.3   | Manutenção Integrada .....   | 39  |
| 3.5     | Facility Management na gestão e manutenção dos edifícios.....  | 40  |
| 3.5.1   | Service Level Agreement .....  | 43  |
| 3.5.2   | A estrutura de um SLA em serviços de manutenção.....   | 47  |
| 3.6     | Indicadores chave da manutenção .....  | 50  |
| 3.6.1   | Indicadores de desempenho para a manutenção segundo Shohet .....   | 51  |
| 3.6.2   | Indicadores de desempenho para a manutenção segundo a EN 15341 .....                                       | 53  |
| 4       | Archibus.....  | 59  |
| 4.1     | Introdução.....  | 59  |
| 4.2     | Archibus: A solução integrada para a gestão do património imobiliário, infraestruturas e instalações ..... | 60  |
| 5       | Caso de estudo .....   | 67  |
| 5.1     | Introdução.....  | 67  |
| 5.2     | Descrição do edifício .....  | 69  |
| 5.3     | Modelação .....  | 74  |
| 5.3.1   | Arquitetura .....  | 75  |
| 5.3.2   | Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP) .....  | 80  |
| 5.4     | Integração Revit – Archibus .....  | 83  |
| 5.5     | Plano de manutenção .....  | 87  |
| 5.5.1   | Água .....   | 87  |
| 5.5.2   | Equipamentos.....  | 95  |
| 5.5.2.1 | Descrição das Ações de Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva .....                                  | 98  |
| 5.5.2.2 | Introdução do Planeamento da Manutenção no ARCHIBUS.....   | 104 |
| 6       | Conclusão e trabalhos futuros .....  | 121 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 – Esquema das dimensões na gestão do projeto (Migilinskas <i>et al.</i> , 2013).....             | 8  |
| Figura 2.2 – Níveis de adoção do BIM na América do Norte (McGraw-Hill, 2012).....                           | 9  |
| Figura 2.3 – Níveis de maturidade BIM segundo Bew-Richard (Jayasena e Weddikkara, 2013).....                | 10 |
| Figura 2.4 – Curva de MacLeamy (Soares, 2013) .....   | 11 |
| Figura 2.5 – Triângulo padrão buildingSMART (BuildingSmart).....  | 13 |
| Figura 2.6 – Nível de Detalhe (practicalBIM, 2013) .....  | 15 |
| Figura 2.7 – LOD aplicado a uma cadeira (PracticalBIM) .....  | 17 |
| Figura 2.8 – Relação entre níveis de desenvolvimento e as fases de vida do projeto (Sousa, 2013) .....      | 18 |
| Figura 2.9 – Aplicação de ferramentas BIM no ciclo de vida da construção (Monteiro e Martins, 2011). .....  | 19 |
| Figura 2.10 – Imagem do modelo BIM de um Hospital em Christchurch na Nova Zelândia .....                    | 20 |
| Figura 2.11 – Diferentes dimensões do BIM 3D a 7D (BIMTalk, 2013) .....                                     | 21 |
| Figura 2.12 – BIM e o ciclo de vida de um edifício (GreenBim, 2014) .....                                   | 22 |
| Figura 3.1 – Espaço, Pessoas e Processos (Alexander, 2010).....   | 23 |
| Figura 3.2 – Logótipo da Euro FM .....  | 25 |
| Figura 3.3 – Atividades e Processos a realizar pelo gestor de edifícios (Rodrigues, 2001).....              | 27 |
| Figura 3.4 – Exemplo de um modelo de Gestão do Ciclo de Vida da Instalação (Sousa, 2013).....               | 31 |
| Figura 3.5 – Origem e integração do archifm.net (Sousa, 2013) .....   | 34 |
| Figura 3.6 – Estratégias de manutenção (Pina, 2015).....  | 36 |
| Figura 3.7 – Organograma organizacional do Sistema Integrado de Manutenção (SIM) (Rodrigues, 2001)<br>..... | 40 |
| Figura 3.8 – Diferença entre Whole Life Cost (WLC) e Life Cycle Cost (LCC) (Soares, 2013).....              | 41 |
| Figura 3.9 – Etapas do ciclo de vida de um SLA (Lee e Ben-Natan, 2002).....                                 | 47 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 4.1 – Conjunto de soluções que ARCHIBUS oferece para o <i>Enterprise Information Modeling</i> ..... | 59 |
| Figura 4.2 – Exemplo do interface do Painel Global do Portfólio .....                                      | 61 |
| Figura 4.3 - Exemplo do interface do Painel Global do Portfólio .....                                      | 62 |
| Figura 4.4 – Logótipo da European Patent Office .....  | 64 |
| Figura 4.5 – Logótipo da empresa Beiersdorf AG.....  | 64 |
| Figura 4.6 – Logótipo da empresa Telefónica .....  | 64 |
| Figura 4.7 – Logótipo da Coca-Cola HBC Italy.....  | 65 |
| Figura 4.8 – Logótipo da Philip Morris International.....  | 65 |
| Figura 5.1 – Representação Revit MEP do modelo 3D da Piscina Municipal Vila Meã .....                      | 68 |
| Figura 5.2 – Edifício Piscina Municipal de Vila Meã .....  | 69 |
| Figura 5.3 – Disposição interior da piscina .....  | 70 |
| Figura 5.4 – Barra de tarefas com a funcionalidade de inserir vínculos.....                                | 75 |
| Figura 5.5 – Barra de tarefas referente à Arquitetura .....  | 76 |
| Figura 5.6 – Modelo de arquitetura do edifício Piscina de Vila Meã .....                                   | 76 |
| Figura 5.7 – Vistas do piso -1 do edifício Piscina Vila Meã .....  | 77 |
| Figura 5.8 – Vista 2D da planta do piso 0 do edifício Piscina Vila Meã .....                               | 77 |
| Figura 5.9 – Vista 3D do piso 0 do edifício Piscina Vila Meã .....   | 78 |
| Figura 5.10 – Vista 2D da planta do piso 1 do edifício Piscina Vila Meã .....                              | 78 |
| Figura 5.11 – Vista 3D do piso 1 do edifício Piscina Vila Meã .....  | 79 |
| Figura 5.12 – Identificação dos espaços físicos .....  | 79 |
| Figura 5.13 – Modelo MEP AVAC .....  | 81 |
| Figura 5.14 – Modelo MEP relativo ao abastecimento de água .....   | 82 |
| Figura 5.15 – Modelo MEP relativo ao tratamento da água das piscinas .....                                 | 82 |
| Figura 5.16 – Equipamentos utilizados no tratamento de água .....  | 83 |
| Figura 5.17 – Barra de tarefas da Archibus sob a forma de <i>Plug-in</i> no Revit.....                     | 83 |
| Figura 5.18 – Propriedades do modelo do edifício .....   | 84 |
| Figura 5.19 – Definição da informação dada aos espaços do edifício.....                                    | 84 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 5.20 – Definição da informação relativo ao equipamento.....                                  | 85  |
| Figura 5.21 – Processo de catalogação da informação .....   | 85  |
| Figura 5.22 – Painel de apresentação dos espaços do edifício Piscina de Vila Meã .....              | 86  |
| Figura 5.23 – Painel dos espaços em modelo 3D .....   | 86  |
| Figura 5.24 – Interface do Archibus relativo à Manutenção Preventiva.....                           | 105 |
| Figura 5.25 - Interface do Archibus relativo à Manutenção Preventiva .....                          | 105 |
| Figura 5.26 – Edição de padrões de equipamento.....   | 106 |
| Figura 5.27 – Definição das características gerais do equipamento .....                             | 107 |
| Figura 5.28 – Definição das características de Localização & Afiliação do equipamento.....          | 107 |
| Figura 5.29 – Definição das características de Uso do equipamento .....                             | 108 |
| Figura 5.30 – Definição das características relativo aos custos do equipamento.....                 | 108 |
| Figura 5.31 – Definição das características relativo às datas do equipamento .....                  | 109 |
| Figura 5.32 – Definição das características referentes ao levantamento da informação do elemento. . | 109 |
| Figura 5.33 – Definição de procedimentos, etapas e recursos de manutenção preventiva.....           | 110 |
| Figura 5.34 – Definição das etapas de procedimento de manutenção.....                               | 111 |
| Figura 5.35 – Atribuição de procedimentos de manutenção ao equipamento .....                        | 112 |
| Figura 5.36 – Painel da programação da manutenção preventiva para lavagem do filtro.....            | 113 |
| Figura 5.37 – Definição de funcionário .....  | 114 |
| Figura 5.38 – Definição da classe profissional do funcionário .....                                 | 114 |
| Figura 5.39 – Definição de peças ou produtos.....   | 115 |
| Figura 5.40 – Interface relativo à definição das características para a manutenção corretiva .....  | 116 |
| Figura 5.41 – Definição do tipo de problema.....  | 116 |
| Figura 5.42 – Código de resolução de problema.....  | 116 |
| Figura 5.43 – Definição das solicitações pretendidas para a implementação do SLA .....              | 117 |
| Figura 5.44 – Definição das solicitações pretendidas para a implementação do SLA .....              | 117 |
| Figura 5.45 – Definição da monitorização do fluxo de trabalho .....                                 | 118 |
| Figura 5.46 – Definição das condições notificação a enviar.....                                     | 118 |

*ÍNDICE DE FIGURAS*

Figura 5.47 – Definição de notificação quando se proporciona alguma situação de trabalho a mais..... 119

Figura 5.48 – Definição do nível de serviço do SLA ..... 119

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 2.1 – Level of Development (adaptado de (Soares, 2013) .....  | 16  |
| Tabela 3.1 – Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva (Maurício, 2011). .....                             | 37  |
| Tabela 3.2 – Vantagens e Desvantagens da Manutenção Corretiva (Soares, 2013).....                                  | 39  |
| Tabela 3.3 – Especificidades a existir num <i>Service level Agreement</i> (Maurício, 2011).....                    | 44  |
| Tabela 3.4 – Modelo de SLA para uma prestação total de serviços de FM em edifícios de serviços (Gomes, 2012) ..... | 47  |
| Tabela 3.5 – Cláusulas específicas de SLA propostas pela norma EN 15221-2 .....                                    | 48  |
| Tabela 3.6 – Indicadores de Desempenho Apresentados por Shohet (Soares, 2013).....                                 | 51  |
| Tabela 3.7 – Organização dos indicadores de desempenho EN 15341 (Soares, 2013).....                                | 54  |
| Tabela 3.8 – Extrato da Lista de Indicadores Económicos da EN 15341 .....  | 55  |
| Tabela 3.9 – Extrato da Lista de Indicadores Técnicos da EN 15341 .....  | 56  |
| Tabela 3.10 – Extrato da Lista de Indicadores de Desempenho Organizacional da EN 15341 .....                       | 57  |
| Tabela 5.1 – Número de utentes que frequentaram a Piscina Municipal de Vila Meã de Janeiro a Maio.                 | 67  |
| Tabela 5.2 – Espaços do edifício e respetivas áreas.....   | 70  |
| Tabela 5.3 – Características dos tanques .....   | 72  |
| Tabela 5.4 – Identificação das principais vantagens e desvantagens do uso de hipoclorito de sódio .....            | 90  |
| Tabela 5.5 – Identificação das principais vantagens e inconvenientes do cloro 60.....                              | 90  |
| Tabela 5.6 – Variação do pH da água com o teor de cloro residual livre.....  | 93  |
| Tabela 5.7 – Características inerentes ao fabrico e funcionamento do equipamento .....                             | 97  |
| Tabela 5.8 – Ações de manutenção preventiva dos equipamentos e sua periodicidade .....                             | 98  |
| Tabela 5.9 – Ação de Manutenção corretiva, problemas e principais possíveis causas .....                           | 103 |



## **ABREVIATURAS**

AEC – *Architecture, Engineering and Construction*

AIA – *American Institute of Architects*

ANNP – *Associação de Natação do Norte de Portugal*

APFM – *Associação Portuguesa de Facility Management*

AVAC – *Aquecimento, ventilação e ar-condicionado*

BAS – *Building Automation System*

BIFM – *British Institute of Facility Management*

BILM – *Building Lifecycle Management*

BIM – *Building Information Model*

BPI – *Building Performance Indicator*

CAD – *Computer Aided Design*

CAFM – *Computer Aided Facility Management*

CMMS – *Computerized Maintenance Management System*

CNQ – *Conselho Nacional de Qualidade*

COBie – *Construction Operations Building Information Exchange*

CTM – *Custo Total de Manutenção*

EIM – *Enterprise Information Modeling*

ETM – *Equipa Técnica de Manutenção*

FM – *Facility Management*

FMA – *Facilities Management Agreement*

GIS – *Geographic Information System*

GSA – *General Services Administration*

## ABREVIATURAS

IDM – *Information Delivery Manual*

IFC – *Industry Foundation Classes*

IFD – *International Framework for Dictionaries*

IFMA – *International Facility Management Association*

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

IPD – *Integrated Project Delivery*

IWMS – *Integrated Workplace Management System*

KPI – *Key Performance Indicators*

LCC – *Life Cycle Cost*

LOD – *Level of Development/ Level of Detail*

MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*

NFMA – *National Facility Management Association*

PDF – *Portable Document Format*

PVC – *Polyvinyl Chloride* (Policloreto de Vinil)

PVSPUC – Programa de Vigilância Sanitária da qualidade da água das Piscinas de Utilização Coletiva

ROI – *Return on Investment*

ROA – *Return on Assets*

RH – Recursos Humanos

SAP – *Systems, Applications and Products*

SBM – *Single Building Model*

SIM – Sistema Integrado de Manutenção

SLA – *Service Level Agreement*

UPM – *Unified Project Management*

UTA – Unidade de Tratamento de Ar

UTP – Unidade Técnica de Projetos

WLC – *Whole Life Cost*

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

4D – Quatro Dimensões

5D – Cinco Dimensões

6D – Seis Dimensões

7D – Sete Dimensões



# 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção em Portugal, à semelhança do que acontece em outros países, tem uma importância significativa no conjunto da economia nacional.

A construção é uma atividade económica com especificidades próprias, caracterizada por uma grande diversidade: de clientes com uma procura que vai do Estado ou das Autarquias ao particular que pretende autoconstruir; de projetos, onde cada obra apresenta, geralmente, características diferentes, o que dificulta o desenvolvimento de produtos e de processos de fabrico; de produtos que cobrem tanto habitação tradicional como obras mais complexas, como por exemplo, estradas, edifícios inteligentes ou barragens; de operações produtivas, onde o produto final resulta da interação entre várias especialidades com graus diferenciados de exigência e tecnologia (Baganha, Marques e Góis, 2001). Ainda assim apesar da crise financeira que o país atravessa, dá-se conta de algumas notícias que fazem prever que o setor da construção apresenta algumas melhorias.

A Federação Portuguesa da Indústria da Construção e Obras Públicas (FEPICOP) apresenta uma análise da conjuntura da construção de Setembro de 2016, que indica que a produção cai, embora a empregabilidade neste setor aumenta. Esta evolução diferenciada da produção e do emprego reflete o comportamento mais favorável no segmento residencial, mais intensivo em mão de obra, e o fraco desempenho na engenharia civil e obras públicas (FEPICOP, 2016).

A presente conjuntura, particularmente em situações de crise, ativa o chamado engenho e a arte, ou seja, devem os atores no setor da construção promoverem novas metodologias e negócios que permitam o alavancar da qualidade do setor e do emprego.

Num ano em que o empreendedorismo na maior parte das ocasiões através de *startup* ganha vida em Portugal, isto é o resultado da aposta na inovação e tecnologia. Estes dois aspetos apresentam uma grande importância num mundo cada vez mais competitivo em que fazer bem, rápido e economicamente viável tornam-se características fundamentais no setor da construção civil que está cada vez mais sujeito às fortes pressões dos curtos prazos.

Alguns estudos demonstram que a inovação está fortemente relacionada com o desenvolvimento económico, com a produtividade e com o desempenho organizacional. Torna-se fundamental que as empresas do setor da construção civil estejam preparadas para inovar os seus serviços e processos, as

competências e formatos organizacionais de uma forma contínua, para que possam responder da melhor forma num mercado cada vez mais competitivo.

Sendo a construção civil um setor no qual participam vários intervenientes das diversas áreas, a troca de informação torna-se um meio de extrema importância. Grandes quantidades de informação e por vezes complexas tornam o ciclo de vida do empreendimento numa autêntica “biblioteca” do conhecimento.

Num passado ainda recente, a troca de informação e de comunicação entre todos os intervenientes envolvidos num projeto durante todas as fases eram realizados através de desenhos em papel, textos ou mesmo por via oral, o que nem sempre é considerado praticável, satisfatório ou eficiente. É do conhecimento geral que muitos dos erros de conceção têm origem na falta ou transmissão errada de informação entre os responsáveis, por vezes, por má interpretação ou por esquecimento. De forma a colmatar este problema o setor deve encontrar métodos de comunicação mais eficientes, tais como novas tecnologias que ajudem a melhorar, a comunicação, a interação e a partilha de informação entre todos os intervenientes envolvidos.

O *Building Information Modeling* – BIM – é uma tecnologia que está em expansão, e cada vez há mais conhecimento da sua integração em algumas empresas portuguesas e em muitas internacionais. O BIM representa um novo método de trabalho, de organização, comunicação, partilha de informação entre os diversos intervenientes nas várias fases do ciclo de vida do empreendimento, projetando uma melhoria contínua em todos os seus processos.

Com o BIM abre-se uma nova forma de abordagem na conceção do edifício, execução e manutenção. Permitindo ao gestor a manutenção do edifício pós-construção. É neste contexto que surge o *Facility Management* (gestão da instalação). Ao conceber um edifício torna-se obrigatório pensar na sua manutenção. O BIM-FM traz essa interligação, e assegura ao edifício o funcionamento dos serviços necessários para que a instalação desempenhe as funções para os quais foi projetada e construída, conduzindo a uma aplicação eficiente de meios e recursos com benefícios económicos e de qualidade.

O *Facility Management* atualmente abrange diferentes áreas de intervenção, permitindo ao gestor as seguintes capacidades: formação dos seus técnicos; gestão dos ativos; gestão de espaços e pessoas; gestão de planos de manutenção e garantias, etc., e deve ter como objetivo garantir a funcionalidade do edifício. O papel do gestor do edifício começa na conceção uma vez que é no início que se podem evitar certas decisões que mais tarde poderão vir a prejudicar o seu melhor funcionamento. Assim, o gestor poderá participar ativamente sugerindo algumas melhorias de forma a aumentar o funcionamento e duração do edifício durante a sua vida útil.

## 1.1 ENQUADRAMENTO

O presente relatório enquadra-se na unidade curricular DIPRE (Dissertação/Projeto/Estágio) que faz parte do 2º ano do ciclo de estudos do Curso de Mestrado de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP) e tem por objetivo a obtenção do grau de mestre em Engenharia Civil.

A metodologia BIM tem vindo a aumentar o número de utilizações na construção, desempenhando cada vez mais um papel fundamental na indústria da construção, bem como tem vindo a despertar um elevado interesse por parte das empresas de *software* em alargar a sua formação ao nível do ensino superior.

De facto, um número grande de governos nacionais por todo o mundo têm estabelecido a obrigação ou a intenção do uso de BIM nos seus projetos e obras. É o caso dos Estados Unidos da América (EUA) que em 2006 a *General Services Administration* (GSA) decretou que os novos edifícios públicos a projetar deveriam utilizar o BIM na fase de conceção. No Oriente, Singapura implementou o sistema de aprovação mais rápido do mundo. Este foi implementado em 2008 pela *Construction Authority* e em 2011 foram incluídos também os projetos de instalações hidráulicas, elétricas e ar condicionado (Manziona, 2013). O Governo do Reino Unido estabeleceu a 4 de Abril de 2016 a exigência de utilização de BIM de nível de maturidade 2 (modelação e interoperabilidade) em projetos do governo ou com dinheiros públicos, com os objetivos principais de reduzir os custos em 20% e reduzir a emissão de carbono no país. A França lançou em final de 2014 um grande projeto denominado *Digital Transition Plan*, um projeto de três anos no valor de 20 milhões de euros, com o objetivo de convencer os intervenientes que o BIM é muito importante para melhorar a eficiência e assegurar que não existe uma divisão digital entre os grandes e os pequenos intervenientes (*BIMCommunity | El Reino Unido ya es territorio BIM*, 2016). A Finlândia sendo um país tecnologicamente avançado, com uma indústria da construção pequena e ágil, utiliza o BIM em projetos de pequena escala (Smith, 2014).

Um modelo BIM envolve e integra a totalidade da indústria da construção, e gere a informação de todo o ciclo de vida dos edifícios. Ao contrário de um simples modelo 3D, o modelo BIM contém muito mais informação sobre as características e materiais de um edifício. É uma base digital 3D, em que as suas características únicas permitem a representação e simulação do comportamento real de edifícios e que gere todos os elementos que compõe a construção.

Nos últimos anos tem-se assistido a um enorme esforço por parte dos Donos de Obra no acréscimo de importância à fase de operação e manutenção dos edifícios. Este esforço tem sido feito também ao nível da alteração de como é encarado o ciclo de vida de um edifício, no que diz respeito aos custos das diversas fases. Segundo alguns estudos, apenas cerca de 15% dos custos totais de um edifício são aplicados na fase de construção. Não esquecendo o enorme esforço por parte dos Donos de Obra para inverter este panorama, é de realçar que existe ainda muito para fazer (Meireles, 2015).

## 1.2 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos principais estabelecer procedimentos para o controlo automático do processo de tratamento e monitorização da qualidade da água e a produção automática de plano de manutenção dos equipamentos, com recurso à utilização do modelo BIM. Estes procedimentos serão aplicados ao edifício da Piscina Municipal de Vila Meã e visa estabelecer a melhoria contínua da qualidade da água com interesse na saúde pública dos seus utentes.

Na realização deste trabalho tem-se como objetivos secundários:

- Recolha de informação relativa ao projeto de arquitetura e suas especialidades mecânicas e hidráulicas, assim como o conhecimento dos processos de manutenção do tratamento da água, a que se chamará a primeira fase;
- Modelação do edifício quanto à sua arquitetura e quanto às suas especialidades mecânicas e hidráulicas, a que se chamará a segunda fase.
- Troca de informação, salientando-se a exportação da informação presente no Revit (software de modelação do edifício) e a integração no Archibus. O Archibus é o *software* de *Facility Management* que permitirá alcançar os referidos objetivos, a que poderemos chamar a terceira fase.

## 1.3 ESTRUTURA

A estrutura do presente relatório de dissertação assenta em seis capítulos apoiados numa metodologia de evolução do conceito e aplicação do BIM-FM ao edifício das Piscinas de Vila Meã. Procedeu-se a uma constituição organizada com o fundamento de encontrar uma base de evolução construtiva ao longo do presente relatório.

Neste primeiro capítulo, é apresentado numa fase inicial o atual contexto da situação do setor da construção em Portugal e Internacional, tal como as iniciativas tecnológicas e de inovação cada vez mais recorrentes em algumas empresas portuguesas e em muitas internacionais. A necessidade de explorar o tema da gestão dos edifícios e a sua manutenção ao longo do seu ciclo de vida. São apresentados os objetivos principais do presente trabalho, assim como um breve modelo organizacional dos objetivos a cumprir. Aqui fica-se a conhecer toda a estrutura organizativa do trabalho e alguns dos principais pontos a desenvolver.

O segundo capítulo aborda a temática do BIM, a contextualização do aparecimento deste conceito assim como as suas definições. A procura pela caracterização aprofundada da envolvência deste tema e a sua implementação no ciclo de vida de um projeto.

O terceiro capítulo desenvolve o tema sobre o *Facility Management*, os conceitos e definições em que está envolvido. Apresenta os bons procedimentos de gestão de edifícios relacionados com a parte técnica, económica e funcional. É realizado uma breve descrição de alguns dos *softwares* que atuam na área da gestão de edifícios e que fazem parte do mercado nacional e internacional. São abordados os procedimentos efetuados dentro da manutenção de edifícios, a sua importância, e a importância dos níveis de serviço e respetivos indicadores de qualidade propostos para os procedimentos de manutenção.

O quarto capítulo centra-se numa das características principais que vai permitir que este trabalho alcance os objetivos propostos e que diz respeito ao Archibus, *software* utilizado no *Facility Management*. Realçando as capacidades, a organização, a grandeza, e a facilidade de compreensão da utilização do *software* nas várias áreas que este abrange.

No quinto capítulo, é realizada a aplicação prática deste trabalho. Este é composto pela metodologia apresentada por três fases dominantes na prática do trabalho. A recolha de informação necessária, a utilização da informação estritamente necessária para a elaboração da modelação do edifício e a aplicação da metodologia FM. A elaboração deste modelo tridimensional ocorreu com o recurso às ferramentas BIM do edifício em análise e por fim toda a demonstração da exportação de dados entre o modelo e o *software* FM utilizado, assim como a sua implementação.

No sexto e último capítulo, são apresentadas as conclusões obtidas e desenvolvimentos futuros a realizar de forma a dar seguimento ao trabalho desenvolvido.



## 2 BUILDING INFORMATION MODEL

### 2.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

No final da década de 1970 e início de 1980, Charles M. Eastman começa por dar os primeiros passos na área do BIM, no qual aborda teorias sobre a modelação de dados de produtos da construção dando origem ao conceito *Building Product Model*.

O conceito BIM teve origem nos primórdios do CAD na década de 1980, sendo descrito conceitualmente por investigadores e começando a ser implementado em *software* de trabalho nos primeiros programas de CAD.

Naquele tempo, o BIM significava modelo gráfico tridimensional (3D) do edifício, enriquecido por informação adicional (gráficos com informações associadas). A base desta tecnologia era constituída pelo modelo de informação gráfica (*Grafical Information Model*) que cobria o modelo geométrico do edifício, as suas propriedades, nomes e funções peculiares dos seus componentes.

A definição moderna de BIM surgiu nos finais da década de 1990 e princípio da década de 2000, com o surgimento no mercado de uma série de conceitos de realização do modelo simples do edifício (*Single Building Model – SBM*) oferecido por diferentes fornecedores de *software* CAD, tais como Revit, Autodesk, Graphisoft e Bentley (Migilinskas *et al.*, 2013).

O BIM tornou-se a definição padrão para a tecnologia de modelação da informação na indústria da construção quando atingiu a integração máxima entre as diferentes disciplinas, criando um modelo de objetos paramétricos inteligentes, dando início à primeira aplicação massiva do BIM nas empresas de projeto. Nos últimos anos, tornou-se consistente o esforço para fornecer o tradicional tridimensional BIM, com quarta (4D), quinta (5D), sexta (6D) e até mesmo sétima dimensão (7D), desenvolvendo nesta base a gestão do ciclo de vida do Edifício (*Building Lifecycle Management – BILM*) ou gestão de projeto unificado (*Unified Project Management – UPM*) representado na fig. 2.1 (Migilinskas *et al.*, 2013).

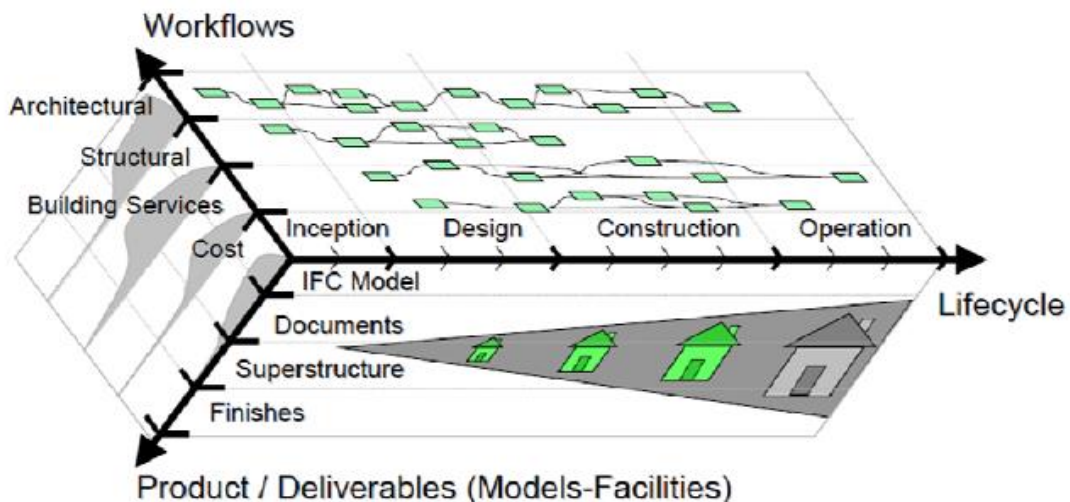


Figura 2.1 – Esquema das dimensões na gestão do projeto (Migilinskas *et al.*, 2013)

O acrónimo BIM pode ter duplo significado, por um lado, *Building Information Model* que significa Modelo de Informação da Construção, no qual se obtém uma base de dados bastante completa e orientada que constitui uma infraestrutura, onde os dados podem ser extraídos consoante os requisitos e necessidades dos intervenientes. Por outro lado, pode também significar *Building Information Modeling* e que por sua vez se traduz como Modelação de Informação da Construção, referindo-se ao desenvolvimento e utilização de *software* para simular as construções durante todo o seu ciclo de vida.

BIM, *Building Information Modeling*, incita o acesso a um grande conjunto de informação introduzido numa representação virtual do empreendimento, por parte dos diferentes intervenientes no projeto, criando assim uma plataforma onde estão depositados todas as informações relativas ao edifício. Assim pode-se afirmar que BIM é informação, informação esta geométrica e não geométrica proveniente das múltiplas especialidades existentes na empreitada.

Esta metodologia representa uma tecnologia avançada que permite aos profissionais da construção gerirem de forma organizada e partilhada os seus projetos, desde a sua conceção até à sua manutenção. Estes objetivos são alcançados uma vez que o BIM se baseia na modulação paramétrica e na interoperabilidade suportada por ficheiros de padrão aberto. As relações paramétricas originam a interligação entre toda a informação, tornando possível a sua atualização em tempo real de todas as alterações realizadas, evitando assim a propagação de erros e a duplicação de informação (Rodas, 2015).

Uma vez que o BIM foi conquistando espaço dentro da indústria, a recessão na economia global foi-se tornando devastadora, levando a declínios significantes em produção e margens de lucro. Hoje, as economias estão lentamente a recuperar ao mesmo tempo que o gasto com a construção está aumentar. A concorrência é maior, mais competitiva e conta com a participação de arquitetos e engenheiros e até

empreiteiros e fabricantes, que vão sofrendo a pressão para entregar os seus projetos rapidamente e com orçamentos menores.

É com este cenário, que cada vez mais, empresas vão ao encontro de novas soluções, nomeadamente o BIM, trazendo de volta a vantagem competitiva e a melhoria da produtividade. De seguida apresenta-se na fig.2.2, os níveis de Adoção do BIM na América do Norte referente aos anos de 2007, 2009 e 2012.

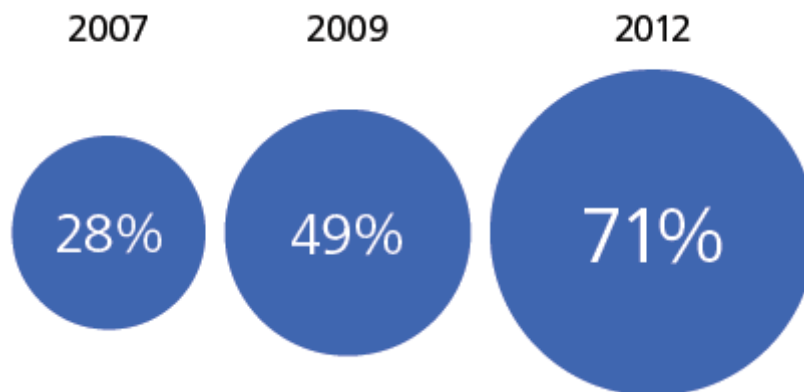


Figura 2.2 – Níveis de adoção do BIM na América do Norte (McGraw-Hill, 2012)

No início de 2014, o Parlamento Europeu votou a favor da modernização das regras de contratação pública e concursos, recomendando o uso de ferramentas eletrónicas, como o BIM, para projetos e concursos abertos de *design*. Esta recomendação representa um impulso para a indústria da construção, pois a utilização dessas novas ferramentas na preparação de projetos significa uma nova forma de gerir e controlar os processos construtivos ao longo de toda a vida útil dos edifícios, proporcionando eficiência e transparência nos processos.

O Reino Unido apresentou como objetivo primordial a iniciativa de no setor da construção reduzir o custo dos projetos de construção do seu governo em 20%. Como tal, para atingir a sua meta o governo do Reino Unido tem realizado várias iniciativas, uma das quais estende-se com o compromisso do BIM em projetos de governo ao longo de um período de 5 anos, exigindo BIM nível 2 (modelação e interoperabilidade) até 2016. Assim a partir de 2016 qualquer empresa envolvida num projeto do governo será contratualmente obrigada a usar o BIM. No entanto esta política só se refere aos projetos adquiridos publicamente, esperando-se iniciativas semelhantes no setor privado. O objetivo é incentivar a indústria a participar neste esforço, com vista a posicionar o Reino Unido na liderança mundial do BIM.

Quando se aplica o BIM pode-se compreender a existência de três níveis de maturidade. Estes níveis de maturidade baseiam-se no nível de tecnologia utilizada na modelação de projeto, como também pelo nível de colaboração usado no processo.

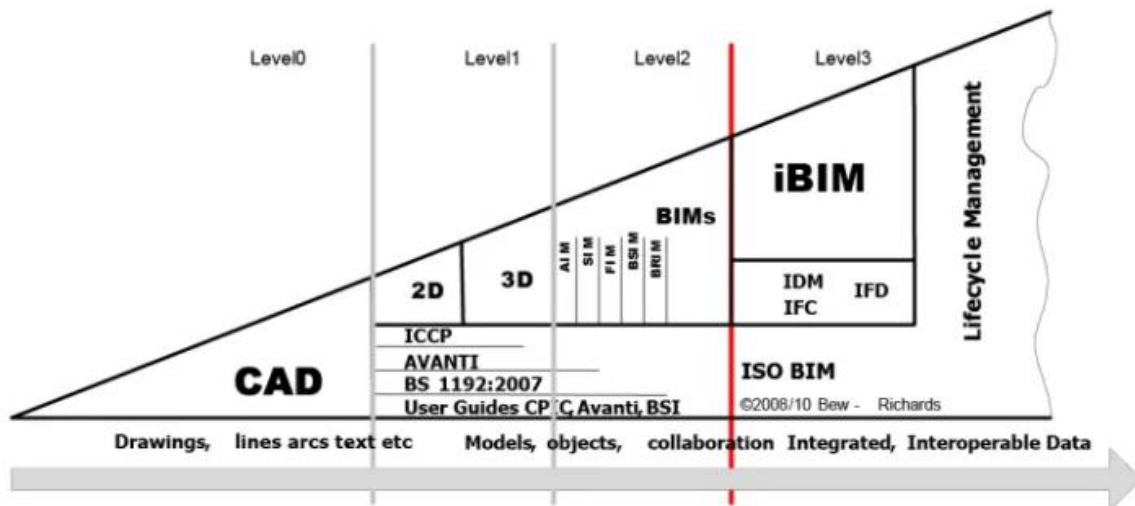


Figura 2.3 – Níveis de maturidade BIM segundo Bew-Richard (Jayasena e Weddikkara, 2013)

O modelo de Bew-Richard identifica o nível 0 como um nível ausente do BIM, ou seja, que não faz parte dos níveis de maturidade do BIM, no entanto, este baseia-se no processo tradicional de troca de informação, em papel ou eletronicamente, com representações em CAD (*Computer Aided Draughting*) 2D, sendo o CAD programas utilizados nas diversas áreas da engenharia, arquitetura, etc., que facilitam o projeto e o desenho técnico.

Nível 1: o nível mais utilizado nos dias de hoje, no qual se utiliza uma mistura de CAD 3D para a concepção de projetos e o CAD 2D para a elaboração de documentos e informações de equipamentos.

O Nível 2: cada equipa desenvolve o seu projeto criando modelos CAD 3D mas individualmente, não existindo portanto um modelo único e partilhável. Existe no entanto partilha de toda a informação criada, esta informação é partilhada eletronicamente pelas restantes equipas num ambiente de trabalho comum a todos. Esta informação é partilhada derivado à existência de um formato comum a todos, que permite que qualquer organização seja capaz de partilhar esses dados a fim de constituir um modelo BIM, podendo extrair informação e realizar controlos de erros entre projetos por qualquer equipa. Independente do *software* BIM utilizado, este deve ter a capacidade de exportar formatos de ficheiros interoperáveis como o IFC (*Industry Foundation Classes*) ou COBie (*Construction Operation Building Information Exchange*).

Por fim, no nível 3 representa a aplicação ideal do BIM onde é colocado em prática um processo aberto e integrado, com recurso a modelos partilhados por parte de todos os intervenientes do projeto disponíveis numa plataforma *online*. Todas equipas terão acesso a uma plataforma digital, onde toda a informação se encontra disponível, para que seja acedida e alterada por todos os intervenientes. A este nível de maturidade já é discutida a utilização de modelos BIM com outras dimensões, outra complexidade,

modelos que integrem o tempo e os custos no projeto, assim como modelos preenchidos com informações necessárias para se proceder à gestão e manutenção do edifício (Rodas, 2015).

A filosofia *Integrated Project Delivery*, designada pela sigla IPD, corresponde a uma abordagem ao desenvolvimento de projetos BIM, que tem subjacente um nível de maturidade avançado, e é compreendida pela *American Institute of Architects* (AIA) como meio para integrar todos os processos num projeto do qual fazem parte pessoas, sistemas e procedimentos. Desta forma pretende-se otimizar o processo colaborativo, melhorando resultados, reduzindo erros e maximizando a eficiência em todas as fases de um projeto, desde a conceção à construção (Venâncio, 2015).

A curva de MacLeamy é um ótimo exemplo de como funciona o fluxo de trabalho em BIM em contraste com o fluxo de trabalho tradicional. A ideia deste conceito é que o grupo de projeto trabalhe em conjunto com as melhores ferramentas à sua disposição de forma a garantir que o projeto cumpre os requisitos do proprietário no menor intervalo de tempo e custos possíveis (Pina, 2015).

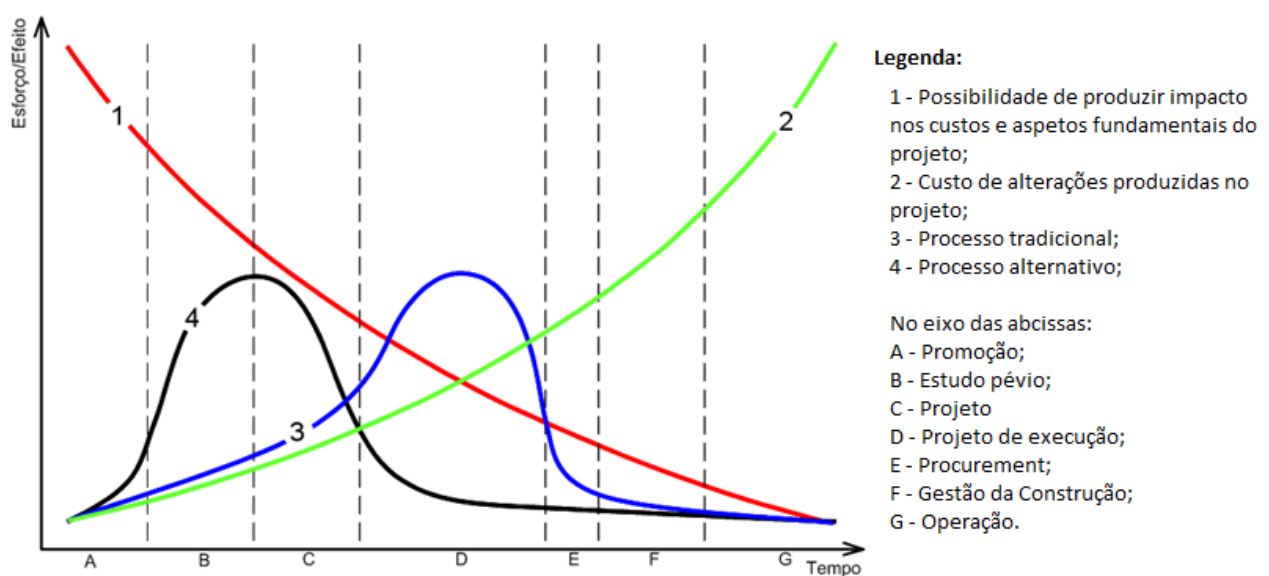


Figura 2.4 – Curva de MacLeamy (Soares, 2013)

Esta é definida por quatro linhas, a linha vermelha, que representa a capacidade da equipa de criar impacto nos custos e nas capacidades funcionais do projeto; a linha verde representa o custo nas mudanças de projeto; linha azul diz respeito à distribuição do esforço no processo tradicional e por fim, a linha preta que traduz a nova distribuição do esforço num processo integrado.

O que observamos é que conforme o projeto avança o custo de realizar mudanças aumenta e a capacidade da equipa criar impacto nos custos é menor.

Na figura 2.4 está representado o impacto da antecipação de decisões de projeto na construção. Note-se que apesar das vantagens funcionais decorrentes da antecipação de decisões de projeto, a prática

corrente não favorece esta alteração. Com efeito o fracionamento de pagamentos habitualmente praticado nos contratos de projeto não corresponde ao maior esforço a realizar nas fases iniciais do projeto.

Os empreendimentos iniciados são frequentemente abandonados antes da conclusão do projeto de execução, pelo que o acréscimo do esforço na fase inicial do projeto poderá não ser traduzido numa efetiva compensação pelo volume de trabalho realizado. Assim, a introdução deste tipo de tecnologia deve ser acompanhada por uma alteração nos procedimentos de contratação de projetos sob pena de se estar a transferir para o projetista um risco acrescido à não conclusão de um projeto por decisão do Dono da Obra (Martins, 2009).

## **2.2 RELAÇÕES PARAMÉTRICAS**

Os projetos BIM são elaborados com uma modelação orientada por objetos. Esta orientação centra-se nas relações paramétricas, estas consistem na atribuição de relações de vizinhança aos vários elementos que constituem o modelo, contribuindo para que os objetos se relacionem, interajam e interliguem através de parâmetros próprios que lhes são comuns. Estes parâmetros vão desde, a geometria do objeto, materiais e camadas constituintes, famílias a que pertence, parâmetros térmicos, acústicos, preços dos materiais, ou seja, todas as características ou atributos necessários para uma especificação completa de um modelo ou objeto geométrico, relacionando-os de um certo modo com os restantes objetos presentes no projeto. Deste modo quando se adiciona uma informação nova a um elemento do projeto, todos os parâmetros serão atualizados e adaptados a todos os elementos, transformando o modelo BIM num modelo mais inteligente (Rodas, 2015).

## **2.3 INTEROPERABILIDADE**

A grande funcionalidade do BIM é a capacidade que este tem na metodologia de partilha de informação entre todos os intervenientes, durante as fases do ciclo de vida do edifício. Esta partilha de informação traduz-se na interoperabilidade entre ferramentas BIM, permitindo a colaboração e a partilha, tornando essencial a agilização da troca de dados entre sistemas diferentes e a correta transmissão de informação (Soares, 2013). No entanto, por vezes é difícil a interoperabilidade entre as várias ferramentas BIM, derivado às diferenças entre “empresas mãe” que criam os *software*, também designadas por *softwarehouses*, estas sendo distintas podem-se tornar um fator limitante do uso do BIM. Assim pode-se dizer que a interoperabilidade surge com a capacidade de identificar os dados necessários para serem transmitidos entre aplicações informáticas (Barbosa, 2014).

O BIM, como referido anteriormente é uma autêntica base de dados de características físicas e funcionais do edifício, sendo por isso fundamental que as aplicações consigam partilhar corretamente as informações nela contida, de forma a não criar uma repetição dos trabalhos na aplicação das características. Assim foi necessário criar uma plataforma de partilha que permitisse a comunicação entre os diferentes *softwares* (Soares, 2013).

A *BuildingSMART* é uma instituição aberta, neutra, internacional e sem fins lucrativos que resume a interoperabilidade do BIM através da seguinte expressão (Barbosa, 2014):

$$BIM = IFC + IFD + IDM$$

O triângulo padrão relaciona as três componentes da tecnologia *BuildingSMART*, o IFC corresponde à *Industry Foundation Classes*, IFD é designado por *Industry Framework for Dictionaries* e por fim, IDM diz respeito a *Information Delivery Manual*.

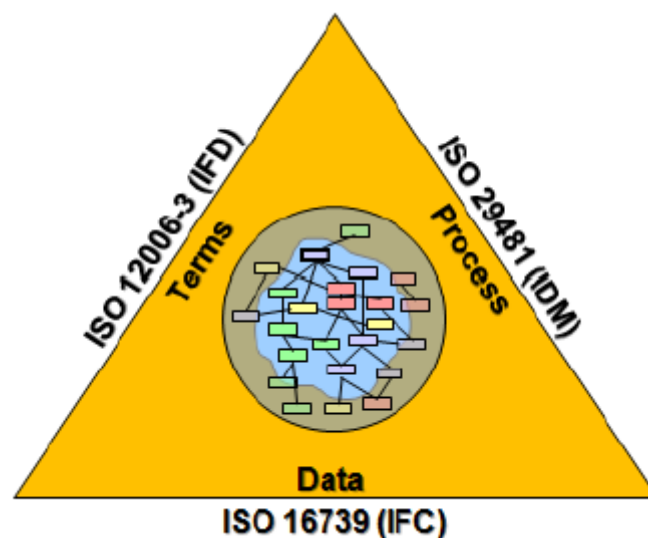


Figura 2.5 – Triângulo padrão buildingSMART (BuildingSmart)

O IFC (*Industry Foundation Class*) encontra-se registado como norma ISO 16739:2013. Este é um sistema de dados em formato aberto e neutro com o objetivo de proporcionar que as *softwarehouses* transmitam a sua informação sem que os programas tenham que suportar vários formatos nativos. A base IFC não está inerente a um único fornecedor de *software*, mas é sim uma plataforma comum de comunicação entre os diversos programas que interagem na modelação e desenvolvimento de um modelo BIM (Silva, 2012). O seu principal objetivo é o de gerir e partilhar toda informação criada ao longo do ciclo de vida do edifício, de uma forma fiável e segura, e para tal, apresenta o seguinte processo: aos dados extraídos da

base de dados da fonte são-lhe atribuídos parâmetros IFC presentes no conversor e guardados num formato neutro, de seguida a base de dados do recetor capta esses dados em IFC e volta a convertê-los de modo a se tornarem interpretáveis pelo modelo recetor. Contudo, é necessário perceber que o IFC não apresenta um modelo 3D, mas sim um formato completo de um modelo da construção (Rodas, 2015).

O IFD (*International Framework for Dictionaries*) é em termos simples uma norma para bibliotecas de terminologia e definições. Esta biblioteca deriva de padrões internacionalmente aceites e abertos que foram desenvolvidas com base nas normas ISO, sendo a norma ISO 12006-3:2007 em que este se baseia. O IFD descreve o que são os objetos, o seu nome ou a sua identidade, a sua constituição, as suas propriedades, as unidades em que são expressas. Este controlo de vocabulário é essencial para apoiar o suporte de transferência de dados (ifd-library, 2016).

O IDM (*Information Delivery Manual*) representado na norma ISO 29481 é uma metodologia criada com o objetivo de normalizar e especificar os processos e fluxos de informação criados durante o ciclo de vida do edifício. A missão do IDM é proporcionar uma maior compreensão nos requisitos de informação na indústria AEC/FM, identificando os processos que exigem a troca ou a partilha de informação entre os intervenientes, indicando também as informações necessárias na execução dos processos durante cada fase do projeto (BuildingSmart).

É importante ressaltar que para fazer um IDM operacional, este tem que ser suportado pelo *software*. O objetivo principal passa por garantir que os dados relevantes são transmitidos de uma forma que possa ser interpretado pelo *software* do lado recetor (Soares, 2013).

## 2.4 LEVEL OF DEVELOPMENT

O conceito *Level of Development* ou nível de desenvolvimento envolve dois conceitos diferentes mas com o mesmo acrónimo LOD. Por um lado, LOD significa *Level of Detail* ou Nível de Detalhe e por outro lado *Level of Development* ou Nível de Desenvolvimento. *Level of Detail* traduz-se na quantificação do detalhe que se consegue no elemento do modelo. *Level of Development* é o grau com que a geometria e a informação do elemento pensado, ou seja, a quantidade de informação que é conhecida sobre um elemento do modelo numa dada altura do projeto. Assim o *Level of Detail* pode ser considerado como uma entrada (*Input*) para o elemento, enquanto o *Level of Development* é considerado uma saída (*Output*) (Pina, 2015).

Segundo (Rodas, 2015) existem outras terminologias que caracterizam este Nível de Detalhe, uma delas é a *Graded Component Creation*, Criação de Componentes Graduados, que define a seguinte graduação:

- G0 – Esquemático (*Schematic*);

- G1 – Concetual (*Concept*);
- G2 – Definido (*Defined*);
- G3 – Entregue (*Rendered*).

A figura seguinte ilustra os diferentes níveis de detalhe associada à terminologia descrita.

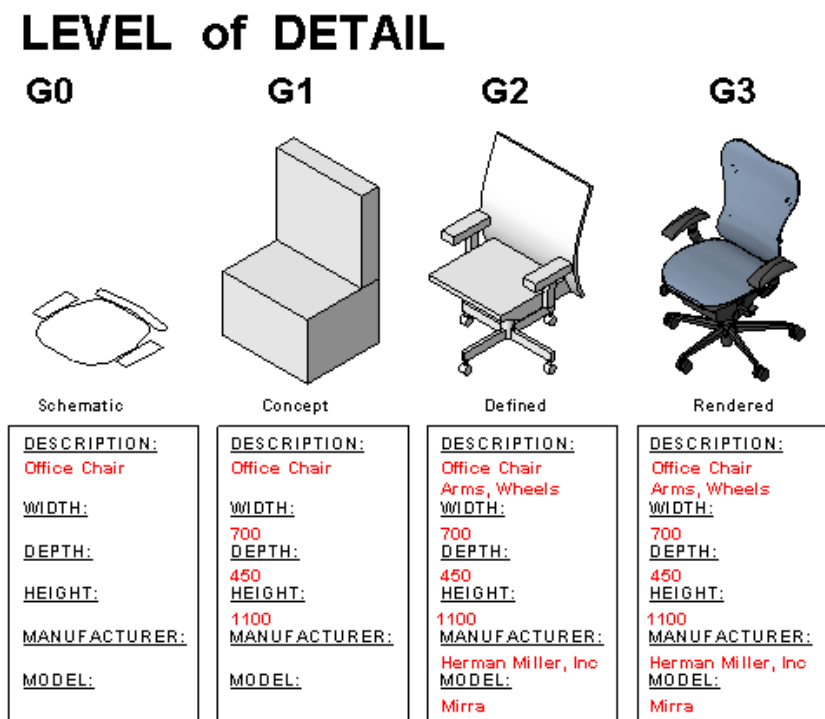
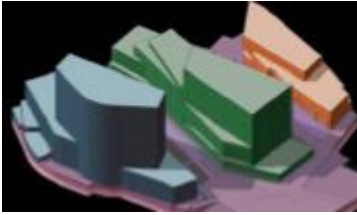
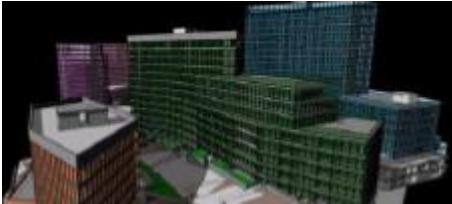

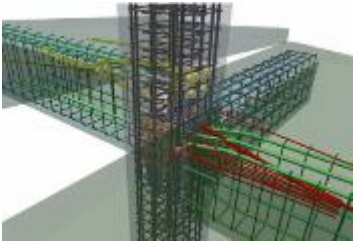



Figura 2.6 – Nível de Detalhe (practicalBIM, 2013)

O responsável pela renomeação do LOD como *Level of Development* foi o Instituto Americano de Arquitetos, AIA. Este desenvolveu um protocolo AIA E202-2008, onde é definido os requisitos necessários para cada um dos cinco níveis existentes, e que vão desde do modelo conceitual até ao modelo *as-built*, que classificam a forma lógica de progressão do modelo. Podemos ver na tabela seguinte os níveis:

- LOD 100 – Modelo Conceptual (*“Conceptual”*)
- LOD 200 – Modelo de geometria aproximada (*“Approximate Geometry”*)
- LOD 300 – Modelo de geometria mais precisa (*“Precise Geometry”*)
- LOD 400 – Modelo de fabrico (*“Fabrication”*)
- LOD 500 – Modelo *as-built*

Tabela 2.1 – *Level of Development* (adaptado de (Soares, 2013))

| Ilustração  | Descrição   |
|---|---|
|    | <p>LOD 100: Essencialmente é o equivalente ao projeto conceptual, o modelo consiste na volumetria geral do edifício indicativa da área, altura, volume, localização e orientação podendo ser modelado em três dimensões.</p>  |
|    | <p>LOD 200: Elementos são modelados como sistemas generalizados ou conjuntos com quantidades, tamanho, forma, localização e orientação aproximada. Informações não geométricas também podem ser anexadas aos elementos de modelo.</p>   |
|   | <p>LOD 300: Elementos são modelados como conjuntos específicos que são precisos em termos de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação. Informações não geométricas também podem ser anexadas aos elementos do modelo.</p>   |
|  | <p>LOD 400: Elementos são modelados como conjuntos específicos que são precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação com fabricação completa, a montagem, e informação detalhada. Informações não geométricas também podem anexadas a elementos dos elementos do modelo.</p>                         |
|  | <p>LOD 500: Elementos são modelados como construídos na realidade (modelo <i>as-built</i>) e precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação. Este modelo é adequado para operações de gestão e manutenção. Informações não geométricas também podem anexadas a elementos dos elementos do modelo.</p> |

É importante compreender que esta definição não caracteriza a quantidade de informação associada ou a precisão da representação gráfica do elemento, a aparência de um objeto é apenas uma das formas de caracterizar um objeto. Por exemplo, um empreiteiro não precisa de ter conhecimento da aparência de

uma cadeira, ele vai precisar de saber quem é o seu fabricante e o respetivo modelo. Assim, pode-se demonstrar o conceito LOD aplicado a um objeto, a uma cadeira.

- LOD 100 = Existe uma cadeira;
- LOD 200 = Existe uma cadeira que tem necessidade de espaço nominal de 500X500;
- LOD 300 = Existe uma cadeira com descanso para os braços e rodas;
- LOD 400 = Existe determinada cadeira com fabricante e o número de modelo;
- LOD 500 = Existe determinada cadeira com fabricante e o número do modelo, data de compra e fornecedor.

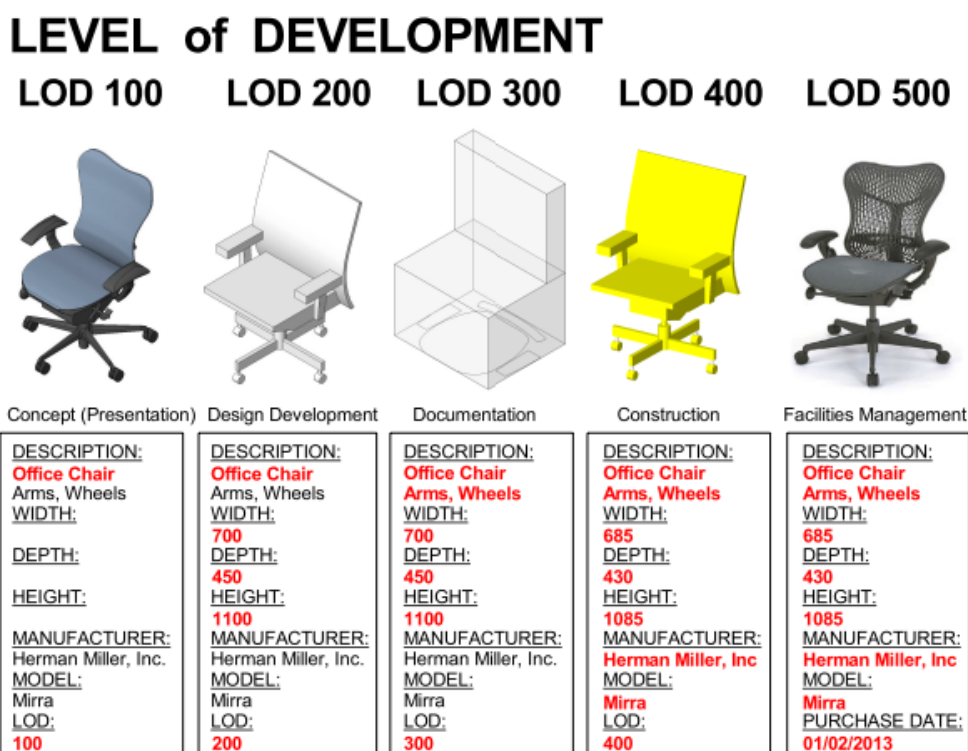


Figura 2.7 – LOD aplicado a uma cadeira (PraticalBIM)

Na figura a cima ilustrada pode-se verificar a evolução existente á medida que o LOD vai crescendo, tal evolução é verificada conforme o aumento das características descritivas da informação do objeto.

De seguida encontra-se ilustrado um esquema que traduz os níveis de desenvolvimento relacionados com as fases de vida do projeto, que fazem parte o programa base, estudo prévio/anteprojeto, projeto de execução, construção e gestão de operação.

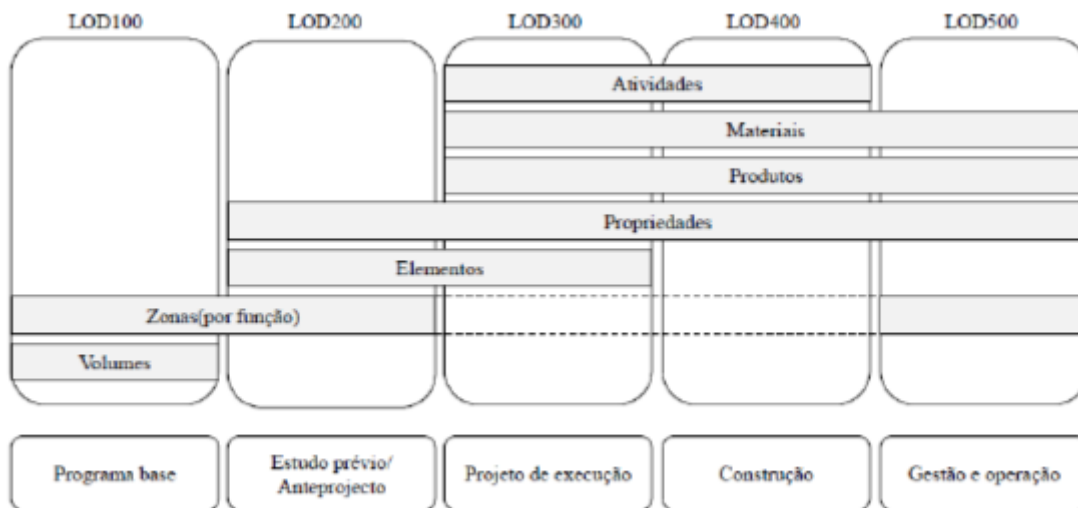


Figura 2.8 – Relação entre níveis de desenvolvimento e as fases de vida do projeto (Sousa, 2013)

- LOD 100 – Modelo Conceptual corresponde ao Programa Base;
- LOD 200 – Modelo de geometria aproximada corresponde ao Estudo Prévio/Anteprojecto;
- LOD 300 – Modelo de geometria mais precisa corresponde ao Projeto de Execução;
- LOD 400 – Modelo de fabrico corresponde à fase de Construção;
- LOD 500 – Modelo *as-built* corresponde à fase de Gestão e Manutenção.

## 2.5 BIM NO CICLO DE VIDA DE UM PROJETO

As ferramentas BIM foram desenvolvidas para abordar todo o ciclo de vida do edifício. As exigências de modelação para cada fase da obra variam consoante a ampla gama de funcionalidades que as ferramentas BIM podem oferecer.



Figura 2.9 – Aplicação de ferramentas BIM no ciclo de vida da construção (Monteiro e Martins, 2011)

Na fase de promoção e viabilidades, é possível utilizar o modelo BIM para produzir uma versão pouco detalhada do modelo com a finalidade de fazer os primeiros estudos de viabilidades e usufruir das capacidades de produção de *renderings* para fins comerciais. A fase de conceção corresponde à fase de maior utilização dos modelos BIM por se tratar da etapa onde o modelo é detalhado ao pormenor. O modelo de obra é utilizado para deteção de erros e omissões, coordenação de projetos, orçamentação, planeamento e gestão de obra. Na fase de utilização toda a informação recolhida no seguimento da construção pode ser agrupada num modelo de apoio à gestão e manutenção do edifício (Monteiro e Martins, 2011).

A complexidade das edificações, a dimensão e as mais diversas exigências presentes na indústria AEC têm vindo a alterar a tradicional forma da representação 2D, passando para uma representação de um modelo digital 3D traduzida na modelação de objetos em três dimensões. Esta nova forma de pensar trouxe aos projetos uma dimensão diferente, mais completa, tornando o modelo em informação. Essa informação pode ser constituída pela especialidade a que pertence, características geométricas, físicas e mecânicas, nome do fabricante, preço, entre outras, dando ao modelo um conjunto alargado de dimensões, “n dimensões”.

O modelo digital pode conter a relação entre os diversos objetos, prazos e/ou custos da construção, a gestão de toda a informação e a coordenação das diferentes atividades nos processos construtivos.

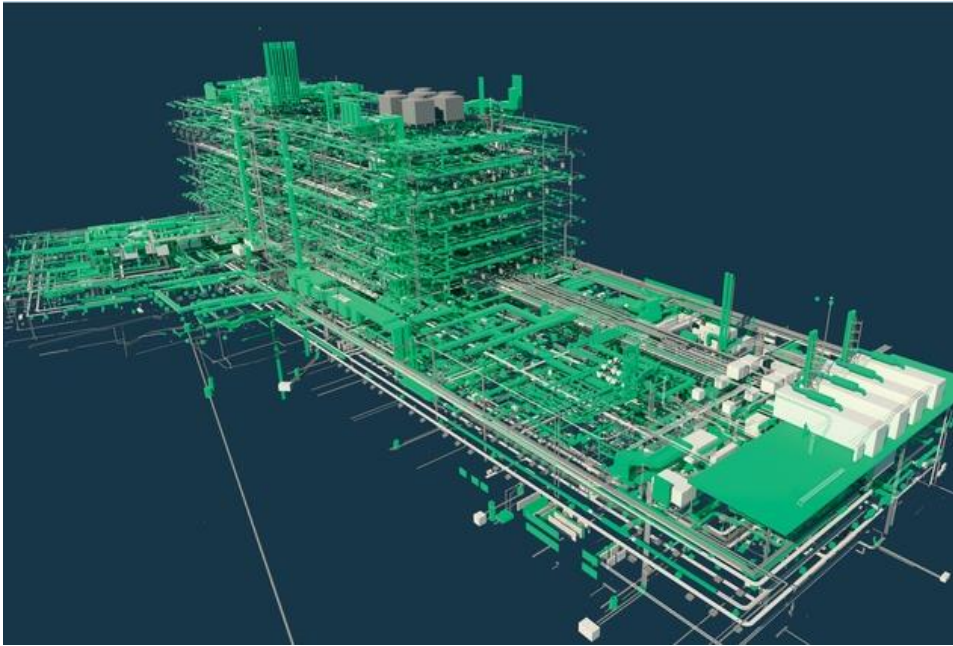


Figura 2.10 – Imagem do modelo BIM de um Hospital em Christchurch na Nova Zelândia

As funcionalidades dos modelos BIM ajustam-se às diferentes fases de um projeto, sendo adicionada informação ao longo do desenvolvimento do projeto. À medida que o modelo adquire complexidade e informação, este vai-se diferenciando e alcançando novas dimensões BIM.

Numa primeira fase de um projeto, é criado um modelo tridimensional paramétrico – modelo BIM. Este nível de aplicação e desenvolvimento do modelo BIM é designado por BIM 3D. Este consiste na consolidação dos projetos de obra em um mesmo ambiente virtual e com todos os elementos necessários para a sua caracterização e posicionamento espacial. Nele é realizado o *clash detection* (deteção de conflitos), isto é, a identificação de interceções e inconsistências espaciais, como por exemplo um duto de ar condicionado que interceta uma viga estrutural.

Quando se adiciona ao modelo tridimensional a variável tempo é alcançado um outro patamar, o BIM 4D. Este permite controlar e gerir as fases do projeto, etapas e sequências de construção. Adicionando o tempo ao modelo permite criar e visualizar cronogramas de obra tornando possível ao gestor acompanhar o avanço físico da construção, simulando e adaptando às necessidades de cada projeto evitando o aparecimento de *clashes*.

O BIM 5D está relacionado com toda a informação relativa aos custos. Assim, se um elemento quantificável existe no espaço, este é mensurável através do tempo e então esse mesmo terá um custo. Cada elemento do projeto passa a ter vinculação a dados de orçamentação, quanto à sua composição, fabrico, serviço. Qualquer alteração de dimensão na planta torna possível atualização imediata do orçamento. Este nível de informação permite obter diferentes simulações antes de iniciar a obra,

estudando quais as melhores opções a nível de materiais permitindo um maior rigor no controlo dos custos, evitando assim eventuais prejuízos ou ganhos menores.

Segundo (Venâncio, 2015) estas designações resultam de convenções. Existe ainda a possibilidade de acrescentar outras dimensões de informação ao modelo. Contudo, a partir da dimensão 5D, a informação relacionada ainda não é consensual. Há autores que associam a dimensão 6D à gestão do edificado, visto que consideram que a sustentabilidade deva ser transversal a todas as dimensões. Por outro lado, há autores que defendem que as preocupações com o ambiente e a sustentabilidade justificam um outro nível de informação nos modelos BIM, devendo esta ser a sexta dimensão. Esta dimensão permite diferentes análises, como o consumo de energia, emissões associadas e a certificação de edifícios verdes.

O BIM 7D vem na sequência da importância de manter o edifício com as funcionalidades para o qual foi projetado. Esta dimensão adequa-se à fase de utilização de um edifício e na qual representa a fase mais longa e mais dispendiosa, sendo por isso muito útil toda a informação adquirida. Deste modo o BIM 7D reflete-se na gestão e manutenção de edifícios ou outras construções. Um modelo apto para este uso deve conter informações que indiquem os fabricantes, fornecedores, referências e garantias de equipamentos, entre outros aspetos mais específicos e que retratem a realidade existente no edifício.



Figura 2.11 – Diferentes dimensões do BIM 3D a 7D (BIMTalk, 2013)

Visto que o modelo BIM apresenta variadas aplicações durante as fases do ciclo de vida de um edifício e sabendo que permite conter uma grande quantidade de informação, pressupõe-se a existência de um sistema colaborativo entre todos os intervenientes no processo, desde o dono de obra à equipa de

projeto, até ao construtor e fabricante, passando posteriormente para o gestor do edifício ou dono de obra o arquivo de toda informação.



Figura 2.12 – BIM e o ciclo de vida de um edifício (GreenBim, 2014)

## 3 FACILITY MANAGEMENT

### 3.1 CONCEITOS E DEFINIÇÕES

Segundo (Soares, 2013), o termo *Facility Management* originou-se por volta do ano de 1960 nos Estados Unidos da América, para descrever o crescimento de práticas de terceirização dos serviços bancários, responsáveis pelo processamento de cartões de créditos e outras transações. Ainda de acordo com os mesmos autores, a sua definição é controversa tanto na Inglaterra como nos EUA, pois poderia abranger uma série de atividades, dependendo da complexidade do negócio envolvido.

O termo *Facility Management* pode ser definido como a gestão dos serviços de apoio à atividade de uma organização, e designa-se como uma área multidisciplinar de serviços e atividades que envolve a integração entre pessoas, lugares, processos e tecnologia. Do ponto de vista do edifício, o sistema FM (*Facility Management*) é abrangente e incorporados estão processos que devem ser gerados de forma sistemática de modo que a manutenção, gestão de ativos e expectativa de vida sejam implementadas adequadamente (Abdullah *et al.*, 2013).



Figura 3.1 – Espaço, Pessoas e Processos (Alexander, 2010)

Em 2009 foi realizada uma análise de gestores de instalações de 62 países, definindo onze competências essenciais no *Facility Management* (Wagnon, 2009):

- Comunicação;
- Preparação para emergências e Continuidade de negócios;

- Gestão ambiental e sustentabilidade;
- Finanças e negócios;
- Fatores humanos;
- Liderança e estratégia;
- Operações e manutenção;
- Gestão de projetos;
- Qualidade;
- Gestão de bens de imóveis;
- Tecnologia.

Esta área nasceu da necessidade que os gestores de edifícios tiveram em lidar com dois importantes fatores. Primeiro com o surgimento das telas divisórias que foram adotadas na década de 60 e que vieram definir a distribuição dos espaços nos edifícios de escritórios, mostrando o seu desenvolvimento em favor de sistemas móveis e cada vez mais sofisticados. Este primeiro fator trouxe aos trabalhadores uma maior privacidade visual e em alguns casos até sonora. O segundo fator prendeu-se com o facto da introdução de cada vez mais pessoas nos locais de trabalho e a necessidade de lhes conferir condições de trabalho, desafiando os *facility managers*, gestores de edifícios, a tentarem solucionar os mais variados tipos de problemas e questões relacionadas com tudo o que poderia interferir nesse espaço. Desta forma, questões relacionadas com a introdução de *software* e *hardware*, comunicação, iluminação, acústica e problemas com o espaço/território em si tornaram-se cada vez mais complexos e o gestor do edifício precisava cada vez mais de orientação e formação (Maurício, 2011).

No ano de 1978, a empresa *Hermann Miller Research Corp* organizou uma conferência com o título *Facilities Impact on Productivity*, em Ann Arbor, Michigan, USA. Nesta conferência reuniram-se os três fundadores da *National Facility Management Association* (NFMA), constituída por George Graves do *Texas Eastern Transmission Corp*, Charles Hitch do *Manufacturer's Bank Detroit* e David Armstrong da *Michigan State university*. A NFMA acabaria por ser fundada em Maio de 1980 com o objetivo de corresponder à necessidade de existência de uma organização constituída por profissionais desta área na indústria privada. Como consequência da crescente adesão proveniente do vizinho Canadá, e um ano após a data da sua criação, a *National Facility Management Institute* (NFMA) passou a designar-se por *International Facility Management Association* (IFMA), sendo a sua sede transferida de Ann Arbor para Houston, no Texas (IFMA, 2009).

O *Facility Management* chegou à Europa com a iniciativa de países como a Alemanha e a Inglaterra. No final da década de 1980, foi então que na Europa surgiu o grupo Euro FM (*European Facility Management Network*), que consiste numa organização com uma plataforma europeia implementada em 23 países da Europa a partir de institutos de pesquisa nas universidades, prestadores de serviços, associações nacionais e profissionais na área do *Facility Management*. O objetivo é antecipar o conhecimento do avanço do FM e alcançar uma melhor compreensão, aprendizagem e partilha de conhecimentos entre todos. Outro dos objetivos desta organização é a divulgação, a melhoria e aperfeiçoamento do conhecimento do FM na Europa e também a sua aplicação prática, incentivando à formação e à investigação nesta área (EuroFM, 2015).



Figura 3.2 – Logótipo da Euro FM

Com o decorrer dos anos, outras organizações foram surgindo em diversos países como é o caso do Reino Unido, que em 1993 foi fundado o *British Institute of Facility Management*, BIFM.

Em Portugal esta área de estudo tem-se vindo a implementar desde 2006 com a criação de uma Associação Nacional sem fins lucrativos denominada de Associação Portuguesa de Facility Management (APFM). Esta tem como objetivo o desenvolvimento, a investigação e a divulgação da área profissional denominada de “*Facility Management*”, a qual visa uma gestão integrada dos locais e ambientes de trabalho, com o objetivo de otimizar os espaços, os processos e as tecnologias envolventes, sendo esta vocacionada para todos aqueles que se dedicam à gestão de imóveis, aos que têm esta função subcontratada e para os que prestam serviços relacionados com esta área. A APFM uma associação independente, surgiu como iniciativa de alguns profissionais e de algumas empresas de referência no setor em Portugal, de modo a desenvolver a profissão de “*Facility Manager*”, uma profissão reconhecida em todo o mundo, em cerca de 50 países com mais de 20.000 profissionais, assim como promover o contacto entre profissionais no setor (APFM | *Sobre*, 2016). Esta associação tem procurado desenvolver um trabalho direcionado para a profissionalização do setor FM, com o objetivo de propagar o conhecimento específico dos FM e das competências das empresas e colaboradores envolvidos neste setor, tanto como clientes e fornecedores. Esta propagação do conhecimento tem vindo a ser

desenvolvida através das ofertas de formação em FM, cursos de introdução ao FM, conferências, seminários e estudos de caso.

Em 2015 foi formalmente aprovada uma nova norma internacional para a gestão de instalações, prosseguindo para a fase de desenvolvimento pela Organização Internacional de Normalização (ISO), após uma votação das suas 163 organizações membros. A série ISO 41000 foi assim atribuída os “*Management System Standards*” a serem produzidos para o *Facility Management*. A norma pretende, definir uma estrutura, bem como os processos organizacionais, juntamente com a necessidade de um conjunto de competências essenciais, fornecer orientação adequada. Mais uma norma técnica para gestão de instalações foram aprovadas, a ISO 18480-2 que visa fornecer um quadro internacional para a gestão de instalações, *sourcing* estratégico e o desenvolvimento de acordos de fornecimento de prestadores de serviços e seus clientes (APFM / Sobre, 2016).

A norma portuguesa utilizada para a manutenção, é a NP 4483:2009, Guia de Implementação do Sistema de Gestão da manutenção, permite definir requisitos de um sistema de manutenção eficaz, tornando possível que as organizações implementem políticas de manutenção, possibilitando o alcance dos objetivos de desempenho dos seus processos. Esta norma centra-se na satisfação do cliente através da aplicação do sistema, alterando o processo para poder alcançar uma melhoria contínua, tendo como base as exigências do cliente e os requisitos regulamentares aplicáveis (Neto, 2015).

### 3.2 GESTÃO DE EDIFÍCIOS

A palavra “Gestão” pertence a uma área multidisciplinar pelo simples facto de nela estarem envolvidas outras áreas tais como a economia, sociologia, psicologia, engenharia, direito entre outras. Sendo a gestão uma atividade que se pratica na construção civil, em todas as suas fases, é no entanto na fase mais longa do ciclo de vida do edifício que se observa uma menor atenção na sua gestão. No entanto devido à crescente importância da valorização do estado do edifício, desde do conforto dos utilizadores e a sua durabilidade, a gestão do edifício tornou-se um fator relevante na melhoria da relação entre o desempenho do edifício e o seu valor. Para alcançar tais resultados, a gestão aplica um conjunto de ações e procedimentos ao edifício após a sua construção de forma a otimizar o seu desempenho e obter durante o máximo de tempo possível a resposta funcional para que foi previsto.

Segundo (Rodrigues, 2001) a maximização do desempenho em fase de utilização só é conseguida se existir por parte do utilizador/gestor uma atitude sistémica que é típica da Gestão e que se pode caracterizar por:

- Otimizar a utilização;
- Promover ações de manutenção;

- Observar comportamentos e agir em conformidade.

Tratando-se de uma área vasta, torna-se fundamental a subdivisão do conceito de gestão de edifícios em três grandes domínios de atividades: a gestão técnica, gestão económica e gestão funcional.



Figura 3.3 – Atividades e Processos a realizar pelo gestor de edifícios (Rodrigues, 2001)

### 3.2.1 Gestão técnica

De uma forma sucinta poderemos definir a gestão técnica de edifícios como correspondendo a um conjunto de procedimentos implícitos no que correntemente se assume por manutenção. Esta é a que mais se enquadra no âmbito da Engenharia Civil, uma vez que abrange todo o tipo de ações com o objetivo de garantir o desempenho das soluções construtivas do edifício (Rodrigues, 2001). Esta atividade engloba diferentes processos de avaliação, intervenção e correção de vários aspetos do edifício e que ocorrem durante o período de vida do edifício revelando pequenas perdas de valor e desempenho.

Segundo (Rodrigues, 2001) na prossecução da maximização dos objetivos de desempenho e valor, os processos de gestão técnica dum edifício podem-se agrupar da seguinte forma:

- Manutenção;
- Limpeza e Higiene;
- Emergências;
- Segurança;
- Ajuste Funcional;
- Cumprimento Legal.

Dos processos apresentados, a manutenção ganha especial destaque na medida em que evidencia uma maior dimensão e importância, havendo por vezes alguma confusão no termo técnico a designar ao gestor, que por vezes é chamado de gestor da manutenção em vez de gestor do edifício. Deste modo é da responsabilidade do gestor do edifício dar ou promover uma resposta tecnológica sobre o tipo de intervenção a efetuar, podendo esta ser de natureza planeada ou não planeada (Rodrigues, 2001).

No caso da limpeza e higiene, estas situações devem ser individualmente avaliadas na medida em que se apresentam como uma consequência imediata da utilização, apresentando por isso diferentes soluções.

Outro dos aspetos importantes onde a gestão de edifícios é chamada a intervir é na questão das emergências. Estas dividem-se em emergências técnicas e acidentais. As emergências técnicas acontecem quando o funcionamento de alguns aspetos técnicos, tais como, abastecimento de luz elétrica e sistemas de elevadores, do edifício são interrompidos, sendo estes de vital importância para o desempenho normal do edifício. Quanto à emergência acidental, exemplos disso, incêndio, inundação, sismo, entre outras, são situações esporádicas que acontecem geralmente devido a causas naturais (Maurício, 2011).

Quanto à segurança é um dos fatores mais importantes no que diz respeito às necessidades básicas dos seres humanos e portanto é fundamental que o gestor do edifício tenha este processo como de elevada importância. É importante a prevenção da segurança e que se relaciona justamente com os hábitos dos utentes, hábitos esses que por muitas vezes cabe ao gestor educar (Rodrigues, 2001).

O ajuste funcional do edifício é uma das atribuições do gestor, fundamentalmente, no que diz respeito à promoção de eventuais alterações. Este ajuste funcional revela-se indispensável uma vez que previne futuras patologias, pois uma das causas da degradação dos edifícios e consequente fonte de custos, é justamente a utilização inadequada dos mesmos por parte dos utilizadores. Cabe assim ao gestor, estar atento aos sintomas de incompatibilidade entre os utilizadores e o edifício que se revelam devido à sobreutilização das instalações ou devido à utilização disfuncional dos espaços (Rodrigues, 2001).

Por fim o processo relativo ao cumprimento legal em que a entidade responsável pela gestão tem o dever de cumprir e fazer cumprir todos os aspetos legais no que diz respeito ao edifício. Estes aspetos surgem em diversos tipos de situações, como por exemplo, pequenas obras de alteração no edifício, consumos de energia e fiscalização da utilização dos vários sistemas de AVAC e elevadores, atividades ruinsas, entre outras (Maurício, 2011).

#### **3.2.2 Gestão económica**

Nos dias de hoje deixou de fazer sentido a ideia de que um edifício exige um esforço financeiro inicial muito grande. Com a evolução das mentalidades dos intervenientes e dos proprietários, vai aumentando preocupação de rentabilizar o elevado investimento inicialmente efetuado. Essa rentabilização pode

surgir através da pura especulação ou de ações de gestão efetivas ao longo da vida útil do edifício, ações essas que advêm de custos diferidos associados à utilização corrente do edifício ao longo do tempo. Atualmente os custos diferidos são bastante elevados existindo inclusivamente alguns autores, como John & Cremonini (1989), que defendem que as despesas anuais relacionadas com a fase de exploração são cerca de 1 a 2% do custo de reposição do edifício, sendo este o custo atual para a construção do edifício (Maurício, 2011).

Segundo (Rodrigues, 2001) são vários os custos a suportar durante a fase de exploração do edifício, entre os quais:

- Manutenção – decorrem da satisfação com implementação dos processos de ações preventivas com observação condicionada ou sistemática e ações corretivas planeadas ou urgentes;
- Exploração – relacionam-se com encargos económicos decorrentes do exercício de uma determinada atividade. São exemplo disso, os custos provenientes das condições que é necessário criar, para o desenvolvimento das atividades para o qual o edifício é utilizado;
- Utilização – são os custos que é necessário criar para que o edifício possa manter em serviço, sendo capaz de cumprir os requisitos mínimos para a sua utilização;
- Financeiros – são custos que têm em geral repercussão ao nível de todo o processo do empreendimento desde a fase de planeamento à de utilização. Têm origem, na maior parte dos casos, de utilização, em regime de arrendamento e nas instalações de apoio ao edifício;
- Fiscais – custos decorrentes da implantação do edifício que atribuem responsabilidades que devem ser satisfeitas quer a propósito do registo ou da transação quer a propósito da utilização. O gestor do edifício é responsável pelo cumprimento da regularização dos encargos fiscais com a utilização e ser conhecedor dos contornos dos encargos fiscais com transação e registo.

### 3.2.3 Gestão Funcional

A atividade funcional do gestor de edifícios relaciona-se com a garantia do apoio ao desenvolvimento de uma determinada utilização desse edifício, com particular atenção nos deveres e obrigações do utente. Esta atividade tem como principal função promover a gestão técnica, garantindo que os processos que a compõe sejam realizados. Quanto ao tipo de abordagem que deve ser dada a esta atividade, varia consoante o tipo de utilização do edifício, que podem ser (Rodrigues, 2001):

- Edifícios de habitação;
- Edifícios públicos;

- Edifícios industriais.

Em edifícios de habitação o trabalho do gestor consiste na definição das regras e comportamentos a respeitar por todos os utilizadores do edifício, de forma a satisfazer as necessidades comuns. Este deve criar laços de comunicação com as famílias que lá habitam no sentido de contribuir para o esclarecimento de possíveis conflitos que possam ocorrer. A manutenção em habitações é na sua maioria de resolução própria, gestor, embora em determinadas situações possa ser necessária a contratação de terceiros para executarem intervenções de manutenção (Rodrigues, 2001).

No que diz respeito à utilização de edifícios públicos, a abordagem deve passar por restringir, ao estritamente necessário, o relacionamento entre público e os funcionários. É importante, neste tipo de utilização, que exista uma padronização de comportamentos, desde o encaminhamento do público, que não deve interceder o dos funcionários, até à predefinição de sinalização existentes nos locais, para que se evite o contato entre utentes e funcionários. Este tipo de decisões deve ser tomado de preferência na fase de projeto, de forma a proceder a uma maior adaptabilidade à situação pretendida. Quando a utilização ou as exigências funcionais do edifício são alteradas, cabe ao gestor do edifício encontrar a melhor solução que corresponda aos critérios pretendidos (Maurício, 2011).

Por fim a utilização de um edifício industrial requer que o gestor baseie-se em garantir que as condições da envolvente ao local de trabalho não influenciem negativamente a produtividade dos trabalhadores. Com atenção a este facto o gestor tem de estar atento ao desempenho funcional do edifício de modo que os trabalhadores se adaptem ao seu local de trabalho, nunca esquecendo que depois da sua habitação é o local de trabalho onde os trabalhadores passam mais horas. Assim, parece acertado pensar que a chave para uma boa produtividade pode estar no desempenho das instalações e no modo de interação com os utilizadores (Maurício, 2011).

### **3.3 SOFTWARES FM**

A utilização do *software* permite obter importantes vantagens. Os sistemas de gestão tradicionais baseados em folhas de cálculo de Excel apresentam sérias dificuldades e na maior parte das vezes falta de capacidade em suportar as crescentes responsabilidades da gestão das instalações.

A construção e a gestão do ciclo de vida do empreendimento exigem a integração de vários domínios de conhecimento. Como tal, de forma a gerir e analisar toda informação, criou-se um aplicativo denominado de *Big Data* é definido por um conjunto de técnicas, tecnologias e caracterizado pela grande quantidade de dados. Outra das principais características é a capacidade de analisar e alavancar as informações em tempo real e colocar à disposição do gestor. Para que isso seja possível ele apresenta quatro características fundamentais (Riahi e Riahi, 2015):

- Volume – para suportar a grande quantidade de informação;
- Velocidade – de forma a processar e analisar a informação em tempo real;
- Variedade – a inclusão de dados a partir de uma variedade de fontes aumentando o valor do negócio;

A eficiência da utilização do Big Data é possível através da utilização do BIM, *Cloud Computing* e dos métodos IPD e promove a diminuição da perda de dados que se estima na ordem dos bilhões de dólares anualmente só nos Estados Unidos (Sousa, 2013).

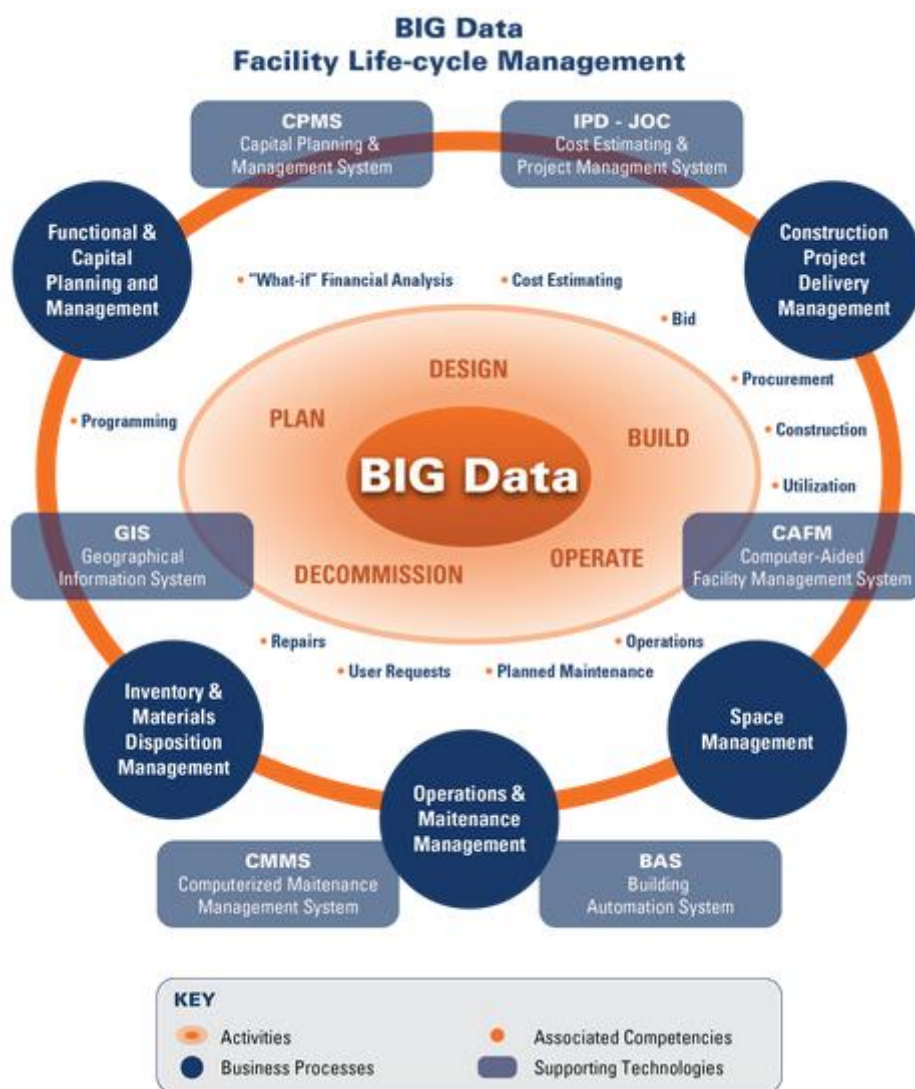


Figura 3.4 – Exemplo de um modelo de Gestão do Ciclo de Vida da Instalação (Sousa, 2013)

Numa abordagem integrada ao FM podemos ver todos os aspetos interdisciplinares integrados dedicados à coordenação da operação, manutenção, espaço, infraestrutura, pessoal e suas atividades associadas que otimizem a eficiência da instalação e a sua utilização (Sousa, 2013). Fazem parte das tecnologias:

- *Computer Aided Facilities Management (CAFM)* – definido como a combinação de software CAD e um software de base de dados com específica capacidade para o FM;
- *Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)* – permite ao gestor da instalação, subordinados e clientes, rastream o estado do trabalho de manutenção dos seus ativos e os custos associados à carga de mão-de-obra;
- *Building Automation System (BAS)* – tem a finalidade de fornecer o controlo dos sistemas da instalação como controlo da climatização, gestão da iluminação, alarmes de falhas no sistema;
- *Geographical Information System (GIS)* – permite a gestão do inventário, disposição dos ativos da instalação com referência geoposicional.

Outra das tecnologias utilizadas em *software BIM*, é o *Integrated Workplace Management Systems (IWMS)*, cuja utilização inicial começou a partir de 2004 através de um instituto de pesquisa e tecnologia de ponta que avalia e realiza relatórios sobre os mercados de software e tecnologia (Gartner).

IWMS consiste num *software* que apresenta soluções aos executivos e gestores de forma a reduzir os custos significativamente e aumentar a produtividade. Este torna-se útil para qualquer organização que procure uma maior eficiência, transparência, flexibilidade e a satisfação dos clientes nos seus processos de gestão de instalações. O IWMS suporta os processos de negócios relacionados com a gestão imobiliária, planeamento e controlo da manutenção, manutenção de espaços e locais de trabalho, gestão de serviços, gestão de projetos e gestão de sustentabilidade. Este *software* tem como base uma plataforma de banco de dados único, no qual vários processos de negócios de todas as disciplinas estão interligados (Planon, 2016).

A tecnologia IWMS e CAFM proporcionam:

- Informação atualizada, centralizada, mais rápida e exata – Centralizar a informação das instalações em um só sistema permite simplificar, reduzir tempo, garante a rastreabilidade e precisão da informação. Melhora a comunicação de toda a empresa em relação a toda informação de utilização dos espaços e agiliza a gestão do edifício em relação à sua manutenção;
- Redução de custos – quando os gestores dos imóveis têm uma melhor visibilidade do espaço e da informação da sua ocupação, permite-lhes tomar melhores decisões, a otimização dos recursos;
- Aumenta a produtividade e qualidade – todas as pessoas de uma organização utilizam e necessitam da informação de um edifício independentemente do cargo que ocupam. Quando se pode aceder à informação de forma rápida, isto faz com que a empresa aumente a sua produtividade, melhora o controlo das atividades subcontratadas, possibilita a realização de estudos e antecipa cargas de trabalho;

- Melhorar o atendimento ao cliente – Automatizando tarefas rotineiras, tais como, redirecionamento de solicitação de manutenção e planificação de reformas que possa ajudar os seus clientes de forma mais rápida e eficaz;
- Maior eficiência no uso do espaço – visualização do espaço com toda a informação em tempo real e articular a relação dos elementos físicos com as necessidades dos departamentos de forma ajudar a planear e utilizar o espaço de um modo mais eficiente;
- Otimização dos processos das instalações – permite ajudar na otimização dos processos existentes para a gestão do espaço, a gestão dos movimentos, operações, gestão de ativos, gestão da locação, planeamento estratégico e relatórios de gestão. Também permite, controlar a rastreabilidade dos equipamentos, melhora os processos de atuação já estabelecidos, ajuste dos planos de manutenção relacionando-os com as características reais e permite a possibilidade de implementar qualquer uma das metodologias de manutenção existentes.

De seguida vão ser descritos as características e conexões ao BIM de alguns *softwares* utilizados na gestão dos edifícios, tais como, ARCHIBUS, ArchiFM.net, IBM TRIRIGA, GLOSE EAM, mas existem muitos outros, como por exemplo, YOU BIM, Bentley Facilities, FM Systems, PLANON-FM, ROSMINAM, JD Edwards, TMA.

### 3.3.1 ARCHIBUS

ARCHIBUS permite integrar as funções básicas da gestão de imóveis, constituída por gestão de ativos, espaços, inventários e operações. Trata-se de uma aplicação única que elimina a necessidade de instalações separadas e a complicação inerente à integração das distintas ferramentas informáticas. Com este *software* é possível aumentar o desempenho dos edifícios e reduzir os custos estruturais através da identificação de oportunidades de redução de custo, otimização das operações nos edifícios, controlo e monitorização de investimentos estratégicos, controlo de serviços de terceiros (subcontratos), utilização mais eficaz dos esforços coletivos entre os diferentes serviços, fornecimento de um sistema único integrado para a tomada de decisão estratégica e gestão de riscos.

A nível de conexão BIM, esta combina a potência do *software* ARCHIBUS com os *software* CAD e BIM da Autodesk. O BIM apesar de ser uma representação digital de um edifício apresenta uma metodologia e tecnologia que foram desenvolvidos para melhorar os processos de desenho, construção e operação de manutenção do edifício, facilitando assim a integração e atualização do edifício ao longo do seu ciclo de vida.

### 3.3.2 ARCHIFM.net

A VintoCON é uma empresa associada a Graphisoft de desenvolvimento de *software* CAFM baseado na utilização de tecnologia BIM e aplicações *web*. As comprovadas soluções baseadas em BIM com perfeita integração com o ArchiCAD abre novas dimensões para os profissionais da construção em todo o ciclo de vida do edifício, desde o projeto passando pela construção até ao estabelecimento da gestão das operações e manutenção da instalação. O sistema ArchiFM.net herdou algumas das funcionalidades do sistema ArchiFM que contém muitas inovações não apenas nas suas funções mas também no lado técnico. Como um aplicativo que corre num navegador *web* o *software* tem uma gama de funções CAFM abrangente, e se necessário, uma profunda integração com o ArchiCAD da *Graphisoft* (Sousa, 2013).



Figura 3.5 – Origem e integração do archifm.net (Sousa, 2013)

As funcionalidades do sistema ArchiFM.net incluem:

- Planeamento de ativos e gestão do espaço;
- Manutenção – Gestão da limpeza;
- ArchiFM móvel – software CAFM Android;
- Ferramentas de toma de decisão – Relatórios;
- ArchiCAD;
- Gestão de permissões de utilização (níveis de acesso ao sistema);
- Painel principal de controlo;
- Integração, interoperabilidade.

### 3.3.3 IBM Tririga

IBM Tririga possibilita que as organizações retirem o máximo de partido dos seus ativos aumentando o desempenho operacional, financeiro e ambiental das instalações. IBM Tririga proporciona um sistema único na gestão do ciclo de vida dos edifícios, oferecendo análises de negócio, alertas críticos e processos automatizados de forma a aumentar a visibilidade, controlo e automatização da gestão imobiliária, projetos de investimento, gestão de espaços, manutenção das instalações e a gestão da energia (Gestold, 2013). Este *software* permite ao gestor de edifícios identificar instalações subutilizadas e espaços de trabalho que podem ser utilizados de uma forma mais eficaz e assim conceder uma redução de custos.

IBM Tririga fornece o movimento dos recursos de gestão de pessoal mais eficiente e a realocação de ativos (IBM - Software - IBM TRIRIGA Facility Maintenance Software, 2016).

### 3.3.4 GIOSE

A GIOSE denominada por *Global Systems Engineering* é uma empresa portuguesa, formada por um grupo de engenheiros com elevada experiência, de mais de 30 anos, nas áreas da gestão da manutenção e *Facility Management*. Esta empresa é produtora de *software*, especializada na gestão do ciclo de vida dos ativos e nos *Facility Management*, foi formada em 2012, atua em todos os setores de atividade económica com especial incidência nas áreas de serviços, indústria, saúde e transportes. O GIOSE EAM é uma plataforma de gestão de ativos que permite otimizar e automatizar todas as atividades relacionadas com a gestão operacional do património de uma organização. Através desta plataforma é possível identificar todos os ativos da organização desde, edifícios, equipamentos, viaturas, instalações técnicas, numa perspetiva de gerir o seu ciclo de vida. Este *software* é composto por três elementos fundamentais (Giose / *Software de Gestão de Manutenção | Gestão de Activos*, 2016):

- Sistema “Core” – permite que a equipa responsável pela gestão e operação dos ativos, acompanhe e planeie todas as atividades em curso ou previstas recebendo informação em tempo real sobre toda a operação;
- Portal – onde pedidos de trabalho podem ser efetuados de forma simples e rápida quer sejam de “soft” ou “hard” *services*. Nos “Soft Services” estão englobados serviços tais como, catering, limpezas, mobiliário, desinfeção, estafetagem, equipamentos vending, gestão de resíduos, mudanças e arquivo físico, enquanto nos “Hard Services”, encontram-se a gestão de ordens de trabalho, gestão de ativos físicos, inspeções e manutenção condicionada, pedidos de intervenção, manutenção preventiva sistemática, entre outros. É também permitido ao requisitante a oportunidade de acompanhar se o pedido está aprovado e qual a respetiva situação a cada momento;
- Mobilidade – Permite aos operacionais, tanto internos como prestadores de serviço, receber informação de novos trabalhos a executar, da situação dos trabalhos que lhes foram atribuídos e a respetiva indicação referente ao início e conclusão dos trabalhos, a imputação da mão-de-obra e materiais e por fim a execução do plano de manutenção nomeadamente inspeções e manutenção preventiva sistemática.

### 3.4 POLÍTICAS E ESTRATÉGIAS DE MANUTENÇÃO

A existência de uma grande diversidade de edifícios faz com que a escolha do tipo de manutenção seja escolhida consoante as características do edifício ou instalação, dependendo do nível de necessidade, disponibilidade e fiabilidade do edifício, não se devendo ter o mesmo nível de requisitos para edifícios com finalidades distintas (Pina, 2015). Assim torna-se possível obter uma otimização do desempenho de um edifício com base nos sistemas de gestão, minimizando os custos, prolongando o seu tempo de vida e prevenindo a sua degradação precoce. Contudo para corresponder a todos estes objetivos é necessário a implementação de políticas e estratégias de manutenção, permitindo assim que a gestão das instalações seja praticada de forma mais estruturada, com vista apoiar os seus processos de decisão (Soares, 2013).

Segundo (Soares, 2013) citando o relatório, *Estimation of the need to spend on maintenance and management in the Local Authority housing stock*, a definição das estratégias de manutenção passa por conseguir um equilíbrio entre as atividades de manutenção planeadas e as não planeadas, sendo que a entidade gestora deve dar uma maior ênfase à execução das atividades planeadas, manutenção preventiva.

Pode então considerar-se a existência de três tipos de manutenção, a manutenção planeada, ou preventiva, manutenção não planeada, ou corretiva e manutenção integrada (ver Figura 3.6) (Pina, 2015).

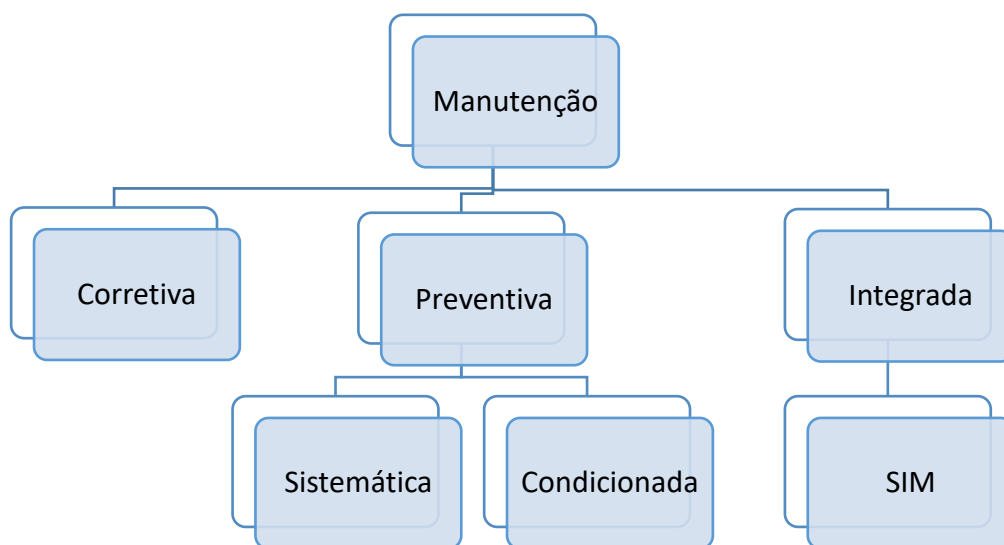


Figura 3.6 – Estratégias de manutenção (Pina, 2015)

### 3.4.1 Manutenção Preventiva

O objetivo da estratégia da manutenção preventiva é executar um conjunto de atividades com base num planeamento prévio e de periodicidade sistemática e condicionada, tais como, a realização de inspeções, a avaliação do estado de conservação dos edifícios e a execução de subseqüentes trabalhos de reparação dos diversos elementos. Esta estratégia atua previamente de forma a reduzir a probabilidade de determinado elemento apresentar falhas que comprometa o seu funcionamento ou que cause consequências devastadoras e irreversíveis (Soares, 2013).

Segundo (Soares, 2013) citando Hallberg, a manutenção preventiva pode ser dividida em duas sub-estratégias: sistemática e condicionada (baseada na condição).

A manutenção sistemática, ou baseada em intervalos de tempo pré-definidos, as ações são realizadas em intervalos de tempo específicos, independentemente do estado de conservação do elemento. A sua realização pode ser planeada para o espaço de tempo mais conveniente, não necessitando de data fixa, no entanto este método requer a existência de conhecimento e experiência sobre o risco de falha e vida útil dos componentes (Soares, 2013). Caso esteja pré-estabelecido por recomendação do fabricante de um equipamento ou por preferências externas deverá estar programada a substituição de peças para otimizar o funcionamento do equipamento (Neto, 2015).

A manutenção condicionada, ou baseada na condição, é realizada em função do estado do próprio equipamento. Este tipo de manutenção só é realizado em peças dos equipamentos que se encontrem em estado de degradação. Existem diversos métodos de observação e inspeção do estado de conservação do elemento, mas que se dividem em inspeções periódicas e inspeções de observação contínua (Pina, 2015).

Este tipo de estratégia admite vantagens e desvantagens, que se podem observar na tabela que se segue:

Tabela 3.1 – Vantagens e desvantagens da manutenção preventiva (Maurício, 2011).

| Vantagens   | Desvantagens  |
|---|---|
| Permite planejar as operações de manutenção e os seus custos; | Requer uma análise logo na fase de projeto, com dados de suporte e um controlo rigoroso e planeado; |
| Reduz o incómodo da execução dos trabalhos previstos;         | Corre-se o risco de o plano de manutenção escolhido não se encontrar enquadrado na realidade.       |
| Origina, geralmente, uma maior satisfação dos utentes.        |   |

### 3.4.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva destina-se a corrigir falhas que já tenham ocorrido, essas correções podem ser de pequena ou grande intervenção e urgentes, visto que estas reparações não podem aguardar pela manutenção geral necessitando assim de uma intervenção imediata. Raramente, ou nunca, ocorre uma falha num período oportuno ou conveniente, mesmo que as falhas não causem danos consideráveis ou lesões nos operadores, estas originam paragens, longos atrasos na produção e necessitam de reparações programadas e inesperadas. Tornando assim este tipo de manutenção a mais dispendiosa para uma organização (Santos, 2013).

Entre outras coisas, ao executar uma estratégia de manutenção corretiva é necessário ter em consideração os seguintes aspetos (Maurício, 2011):

- Definição ou utilização de fichas de diagnóstico (pré-existentes) para a atuação rápida segundo a situação observada. Esta situação evidencia a necessidade de serem desenvolvidas fichas-tipo, em constante atualização, que terão por base a bibliografia técnica uniformizada e caracterização dos sistemas patológicos mais frequentes nos elementos dos edifícios e as respetivas ações corretivas;
- Definir responsabilidades dos diversos intervenientes no processo, com a identificação das atividades em cada intervenção – modo de atuação;
- Conferir o carácter urgente de determinada intervenção;
- Identificar os custos para avaliação e decisão;
- Execução e controlo do trabalho;
- Registrar e atualizar informação num banco de dados existente ou a criar.

Tabela 3.2 – Vantagens e Desvantagens da Manutenção Corretiva (Soares, 2013)

| Vantagens  | Desvantagens   |
|--|--|
| Reparação de todo o tipo de anomalias;   | Dificuldades em intervir perante várias situações urgentes – falta de planeamento;   |
| Inexistência de manutenção preventiva, o que pode levar a não existirem custos desnecessários, e perda de tempo e dinheiro com inspeções no caso de ser preditiva. | Rápida degradação de alguns elementos dos edifícios por inexistência de enuncia por parte dos utentes ou porque se tratam de situações cuja reparação é gravosa; |
|  | Recurso a empresas para intervenções, inexistência ou insuficiência de meios capazes de dar resposta atempada;   |
|  | Custo, geralmente, mais elevado.   |

### 3.4.3 Manutenção Integrada

A manutenção Integrada surge de uma combinação entre a manutenção corretiva e a preventiva. O conceito aparece para responder às necessidades criadas por empreendimentos de grande dimensão. A correta implementação de um sistema integrado de manutenção (SIM) permite que informação correspondente às edificações seja a mais completa possível, contendo cadastros técnicos (descrição das existências), económicos (caracterização económica) e funcionais (caracterização do estímulo de utilização), plano de manutenção (preventiva e corretiva) e intervenção (atuação padrão, emergência e reabilitação) (Pina, 2015).

De acordo com (Rodrigues, 2001), um sistema integrado de manutenção (SIM) pretende:

- Identificar e disponibilizar interlocutores e decisores capacitados;
- Tipificar a situação facilitando a análise e resposta (automatizando-a se possível);
- Padronizar procedimentos de contratação e intervenção;
- Unificar as ações de registo alimentando com um único ato as bases de dados contabilísticas, tecnológicas e funcionais;
- Recolher informação final e realimentar o sistema.

Para melhor compreensão (Rodrigues, 2001) propõe o cronograma organizacional, que se apresenta na seguinte figura.

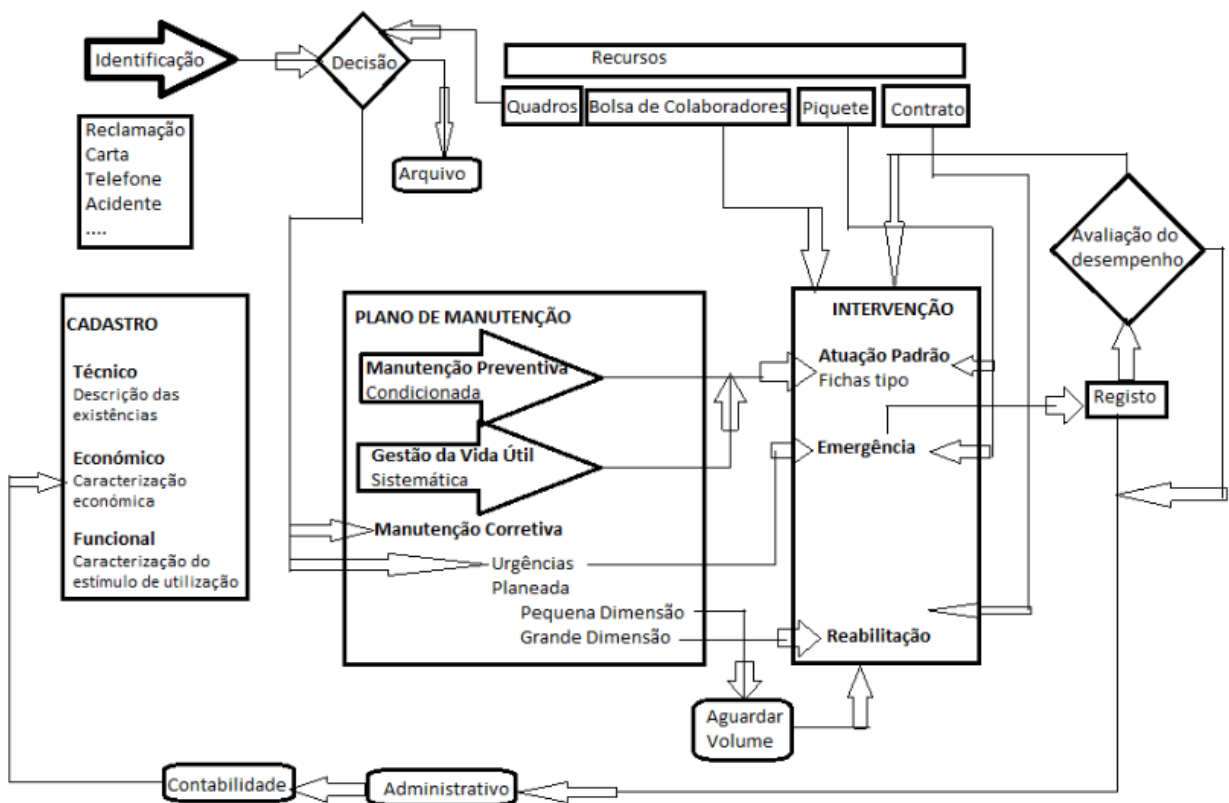


Figura 3.7 – Organograma organizacional do Sistema Integrado de Manutenção (SIM) (Rodrigues, 2001)

### 3.5 FACILITY MANAGEMENT NA GESTÃO E MANUTENÇÃO DOS EDIFÍCIOS

O *Facility Management* no contexto da gestão e manutenção de edifícios torna-se uma ferramenta de relativa importância derivado ao facto da atenção dada aos elevados custos associados à gestão do edificado. Assim, o FM permite garantir uma otimização dos seus rendimentos (Maurício, 2011).

A atividade nesta área da gestão de instalações foi por muito tempo alvo de uma falta de visão a longo prazo por parte dos intervenientes, num fator demasiado importante que é a gestão e manutenção do edificado. O dono de obra considerava o preço de construção como o maior dos seus encargos diminuindo o valor e atenção para o custo global do edifício.

Nesta nova realidade surge o termo *Whole Life Cost* e muitas vezes confundido com outro termo *Life Cycle Cost* (LCC). Em 2008, foram publicados dois documentos para resolver esta situação, foram lançados a BS ISO 15686-5 – *Buildings and Constructed assets service – life planning – life cycle costing* (Edifícios e ativos construídos) e um suplemento para o Reino Unido (Soares, 2013).

Quanto à designação WLC (*Whole Life Cost*) consiste numa metodologia para a análise económica sistemática de todos os custos de toda a vida do edifício. No entanto existe também outra definição para o WLC que se baseia na avaliação económica considerando que todos concordaram com os fluxos de

custos relevantes e significativos previstos ao longo de um período de análise, expresso em valor monetário. Os custos previstos são os necessários para atingir níveis de desempenho definidos, incluindo a segurança, fiabilidade e disponibilidade (Soares, 2013).

O LCC consiste no custo de um ativo em todo o ciclo de vida ao cumprir os requisitos de desempenho, (Soares, 2013) citando a norma ISO 15686-5.

Em termos gerais, os custos do LCC são aqueles associados diretamente com a construção e operação do edifício, enquanto os custos do WLC incluem outros custos, como renda da propriedade, desde custos de construção e prestação de serviços de apoio à atividade dentro do edifício (Soares, 2013).

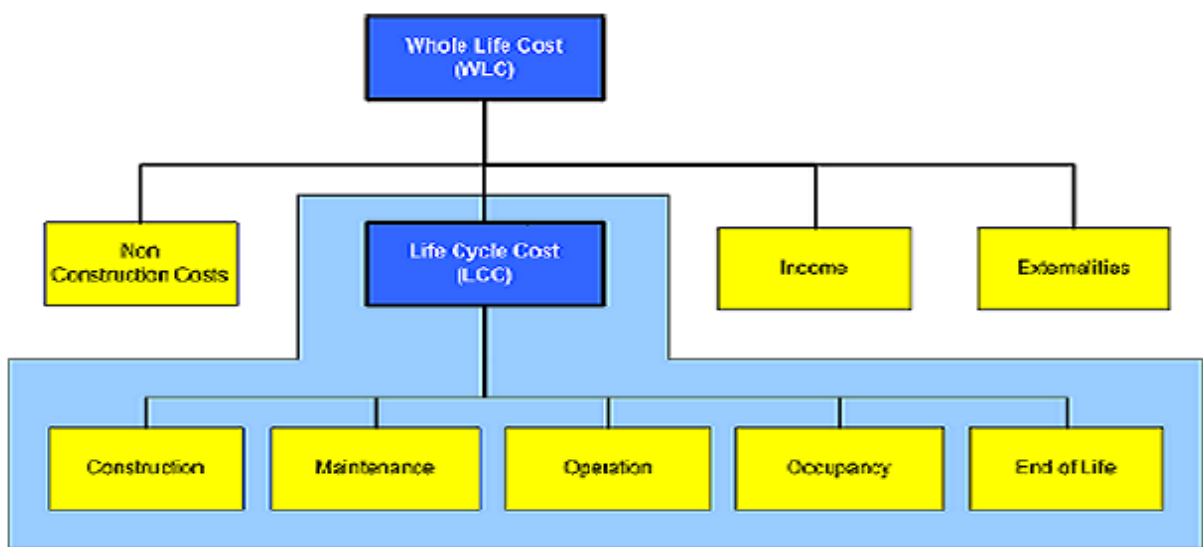


Figura 3.8 – Diferença entre Whole Life Cost (WLC) e Life Cycle Cost (LCC) (Soares, 2013)

Assim segundo a norma ISO 15686 – 5, pode ser calculado o custo do LCC, que se demonstra de seguida.

$$C_t = C_c + C_{mp} + C_{mc} + C_s + C_e$$

Onde:

- $C_t$  – Custo do ciclo de vida do edifício (LCC);
- $C_c$  – Custo de construção;
- $C_{mp}$  – Custo em manutenção preventiva;
- $C_{mc}$  – Custo em manutenção corretiva;
- $C_s$  – Custo de substituição;
- $C_e$  – Custo de exploração.

Estando o *Facility Management* com a sua ação centrada na gestão de edifícios e na sua condução e exploração para assegurar as atividades de negócio das organizações em condições funcionais e economicamente sustentáveis, surgindo assim como uma disciplina importantíssima no âmbito da gestão empresarial e uma área estratégica no seio das organizações. No entanto não era muito comum ouvir-se falar na produtividade e na competitividade do negócio das organizações quando se estão a gerir as instalações, os espaços e ambientes de trabalho, mas é disso que hoje em dia o FM trata. Também por esta razão, o FM deve afetar recursos para a sua gestão profissional, quer sejam internos à organização, quer sejam em *Outsourcing*. Sendo esta uma prática de contratação de serviços de forma externa já muito comum a nível europeu e também em Portugal verifica-se por outro lado um grande défice na gestão desses contratos. Muitas vezes isso deve-se à falta de métricas para avaliação do desempenho dos serviços, como da contratação com base na quantidade de recursos e não por objetivos, impedindo que as entidades contratadas e especializadas tenham a sua cota de participação na definição de como os serviços serão bem executados. A partir de uma base de alcance de uma maior eficiência das organizações surge a procura de informação clara e concisa sobre os custos de exploração dos edifícios e a sistematização e divulgação de indicadores de referência da performance das instalações e dos serviços associados.

Torna-se cada vez mais importante trabalhar com o binómio Ocupante-Proprietário, potenciando a gestão de edifícios de forma profissionalizada, na procura de resultados operacionais e de poupanças duradouras nos custos de exploração dos imóveis – custos com rendas e serviços associados à ocupação.

Em termos de contexto na realidade do país, verifica-se que no atual período recessivo que se iniciou em 2009, os empresários procuraram melhorias efetivas e rápidas no alcance dos resultados operacionais. Isto levou a que as práticas de contratação se centrassem apenas no critério preço, deixando de ter importância o critério de qualidade, levando a que muitos empresários perdessem a credibilidade nos serviços prestados por empresas na área do FM, pela falta de concretização de objetivos e falta de qualidade.

De facto, o reconhecimento de que o FM tem grande impacto nos custos, poupanças e benefícios para a organização, faz com que muitas vezes se olhe para esta área apenas como atividade de redução de custos.

Se é difícil inverter esta procura pelo benefício do curto prazo, em tempos de crise e de baixa confiança dos empresários em relação ao que o futuro pode trazer, é importante que haja neste momento uma mudança de perspetiva e se encare o FM em todo o seu pleno efeito, tanto no curto como no longo prazo, tanto na racionalização de custos como no aumento da produtividade e melhoria da perceção das organizações nos seus contextos (Branco Ló, 2016).

### 3.5.1 Service Level Agreement

A atribuição de serviços pode ser entregue a prestadores de serviços externos à empresa (*outsourcing*), ou a determinados departamentos existentes na própria empresa que atuam como um serviço interno. Em qualquer uma destas situações, quando se procura um prestador de serviços é fundamental determinar o tipo de serviço que se pretende com especificações claras e detalhadas. Esta importância está relacionada com a otimização de processos, de forma a tornar estes processos produtivos em termos de tempo e de investimento despendido. Isto leva a que se possa atingir um nível de clareza elevado, descrições inequívocas de ações, e resultados e requisitos de desempenho quantificáveis.

O *Service Level Agreement* (SLA) é um acordo que formaliza uma relação de negócios entre o prestador de serviço e cliente, em que se estabelece um nível específico de desempenho, acordando-se as medições, as condições de execução e as bonificações e multas conforme o desempenho obtido. Generalizando o SLA pode ser utilizado em diversas áreas de negócio, contudo, para o âmbito da dissertação é abordado como um acordo de serviços de FM, e considera-se como um caso particular de um *Facility Management Agreement* (FMA) (Gomes, 2012).

*Facility Management Agreement* (FMA) é um dos conceitos do FM e apresenta-se como um prestador de serviços. Este contrato é segundo a norma EN 15221-1:2016 Facility Management parte 1 – Termos e definições, trata-se de um acordo escrito ou oral, indicando os termos e condições para a prestação de serviços de instalação entre um cliente e um provedor de serviço interno ou externo. São contratos entre o cliente e o prestador de serviços onde são estabelecidos quais os serviços que devem ser prestados (Soares, 2013).

A norma EN 15221-2 refere as características principais de um FMA, que são:

- Definição do tempo de preparação e recursos a utilizar;
- Definição de uma mutualidade de benefícios;
- Definição dos objetivos estratégicos;
- Definição dos componentes necessários ao acordo;
- Definição das considerações sobre a preparação do acordo.

Os *outputs* do FMA devem ser por exemplo os indicadores chave desempenho (KPI's), que serão abordados mais à frente e os *Service Level Agreement* (SLA).

O *Facility Management Agreement* (FMA) estabelece as cláusulas gerais de prestação de serviços, enquanto o *Service Level Agreement* (SLA) especifica estas cláusulas para cada um dos vários elementos/sistemas/áreas de intervenção que podem fazer parte deste acordo, ou seja, dentro de um *Facility Management Agreement* existem diversos SLA (Maurício, 2011).

Segundo (Maurício, 2011), um SLA completo deve incluir informação sobre duas áreas principais, são eles os serviços e a gestão, contemplando dentro de cada uma delas especificidades.

Tabela 3.3 – Especificidades a existir num *Service level Agreement* (Maurício, 2011)

| Serviços  | Gestão   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir com clareza quais os serviços a prestar, sem que exista espaço para dúvidas;</li> <li>• Condições de disponibilidade do serviço;</li> <li>• Tempo de revisão para cada alteração dos níveis de serviço;</li> <li>• Definição das responsabilidades.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definição de padrões e métodos de medição de indicadores;</li> <li>• Definição de processos de resolução de litígios;</li> <li>• Definição de cláusulas de indemnização com a intenção de proteger o cliente;</li> <li>• Definição de mecanismos de atualização do contrato.</li> </ul> |

Para a elaboração de um SLA é necessário que exista uma negociação direta entre as várias partes envolvidas, cliente e fornecedor, para que haja uma crescente e mútua compreensão das necessidades e restrições existentes, existindo uma quantificação clara dos níveis de serviço através de indicadores de desempenho, e por fim, clarificar as responsabilidades de ambas as partes envolvidas (Maurício, 2011).

Os principais benefícios de abordagens de gestão das instalações em organizações segundo a norma EN 15221-1 são:

- Comunicação clara e transparente entre o lado da procura e da oferta, dedicando pessoas como ponto único de contato para todos os serviços, que são definidos num *Facility Management Agreement* (FMA);
- O uso mais eficaz de sinergias entre os diferentes serviços, que vão ajudar a melhorar o desempenho e reduzir os custos de uma organização;
- Conceitos simples e administráveis de responsabilidades internas e externas de serviços, com base em decisões estratégicas, o que leva a procedimentos sistemáticos de *insourcing* ou *outsourcing*;
- Redução de conflitos entre prestadores de serviços internos e externos;
- Integração e coordenação de todos os serviços de apoio necessários;

- Conhecimento transparente e informações sobre os níveis de serviços e custos, que podem ser claramente comunicadas aos usuários finais;
- Melhoria de sustentabilidade da organização através da implementação de uma análise de ciclo de vida para as instalações.

Segundo Lee e Ben-Natan (2002), o SLA apresenta uma complexidade técnica do ponto de vista operacional, mas mais importante, é a percepção das funcionalidades que o SLA deve ter que diferem em grande parte do prestador de serviços quando comparado com o cliente. O SLA correntemente desempenha funções que se podem agrupar em seis áreas:

- I. Definição de papéis e responsabilidades: é importante que estejam bem estabelecidos para garantir o bom resultado do serviço. Os fatores técnicos dos serviços tendem a tornar complexo estabelecer as funções, deveres e responsabilidades relativas ao desempenho.
- II. Gestão de expectativas: Em geral, a execução de um SLA define contratualmente as expectativas do cliente relacionadas com o fornecimento de um produto/serviço. Uma vez definido, acordado, e executado, os termos e condições que constituem a maior parte do contrato de SLA, tornam-se nos direitos dos clientes (empresa) relacionados com o produto/serviço. Esta garantia permite ao cliente planear e operar o seu negócio com um nível razoável de confiança na disponibilidade, desempenho, ou prazo de um produto ou serviço contratado.
- III. Controlo da implementação e execução: O SLA é um documento de referência com a função de gerir a execução do contrato e assegurar a entrega atempada e o desempenho continuado do produto ou serviço dentro do acordo definido. Para o prestador de serviços, prestar o serviço contratado traduz-se em assegurar que os recursos são suficientes e estão disponíveis para atender de forma consistente ou que permitam exceder os compromissos estabelecidos. Este deve apresentar uma compreensão, sobre todos os compromissos assumidos e entender como a exigência de cumprimentos destes compromissos afetam as organizações.
- IV. Verificação da qualidade: Depois ou durante a fase de execução o prestador de serviços será responsabilizado pelo seu desempenho em conformidade com o acordo estabelecido. A verificação da qualidade do serviço é uma componente crítica na maioria dos SLA. Um bom SLA atribui mas também proporciona um nível de confiança de que a qualidade do serviço está a ser proactivamente monitorada e que o prestador de serviços está pronto para responder às contingências. Ambos os fatores contribuem para uma sensação de segurança e satisfação geral do cliente.
- V. Possibilitar a comunicação: Existem três pontos inerentes a um ciclo de vida do SLA que require uma boa comunicação entre o cliente e o prestador de serviços: 1) durante a

negociação/elaboração de um SLA; 2) durante a implementação do SLA; 3) durante avaliações com base no cliente. O SLA fornece uma estrutura que permite ao prestador de serviço e ao cliente apresentarem as suas necessidades, expectativas, desempenhos e progresso das ações, podem ser utilizados para melhorar o próprio SLA ou do serviço prestado. Acordos de nível de serviço normalmente incluem os procedimentos e prazos para a notificação ao cliente, assim como a respetiva atualização do procedimento e possíveis problemas que poderão ser comunicadas à hierarquia de apoio. Da mesma forma, a organização de suporte do prestador de serviços deve comunicar durante a execução para garantir que o cumprimento seja alcançado.

- VI. Avaliação do retorno do investimento: Por ser um fator estratégico para o negócio, o retorno do investimento é a principal razão pela qual o SLA estão a tornar-se cada vez mais comuns. O cliente utiliza o SLA para operar e diminuir o risco, estando disposto a gastar mais dinheiro e tempo para obter maior nível de conforto/segurança empresarial.

Do ponto de vista do prestador de serviços, os SLA devem ser encarados como uma oportunidade de controlo e identificação de possíveis melhorias das suas funções. Para isso é necessário que o prestador de serviços adote uma abordagem organizada de gestão de SLA, em que se examina cada SLA individualmente para a tomada de decisões, nomeadamente ao nível da estratégia da sua empresa. Isto significa uma abordagem dos SLA enquanto um processo de várias etapas: *Service Level Agreement*, ou seja, um ciclo de vida do SLA (Gomes, 2012).

Segundo (Lee e Ben-Natan, 2002) o *Service Level Agreement Life Cycle* divide-se em várias etapas, apresentadas na figura que se segue.

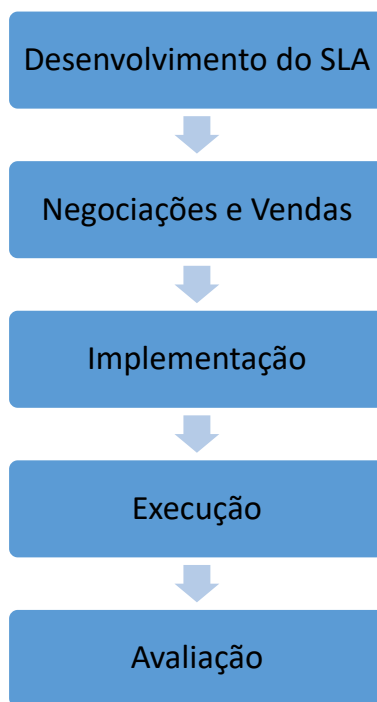


Figura 3.9 – Etapas do ciclo de vida de um SLA (Lee e Ben-Natan, 2002)

### 3.5.2 A estrutura de um SLA em serviços de manutenção

O *Service Level Management* consiste num acordo mútuo entre as duas partes com as expectativas de ambos os lados definidos e acordados, bem como a trajetória das ações a ser tomadas quando ocorrem desvios a essas expectativas.

Segundo (Gomes, 2012) citando Atkin e Brooks (2009) indicam um modelo de aplicação SLA a uma prestação total de serviços de FM. Na tabela seguinte está apresentado a elaboração de um SLA para os diversos serviços de uma empresa de serviços genérica, e sendo fornecidos por um único prestador de serviços.

Tabela 3.4 – Modelo de SLA para uma prestação total de serviços de FM em edifícios de serviços  
(Gomes, 2012)

| Modelo de SLA em edifícios de serviços |   |
|--|---|
| <b>1.</b>                              | <b>Detalhes do acordo</b>                               |
| 1.1                                    | Nomes das partes  |
| 1.2                                    | Data da assinatura do acordo                            |
| 1.3                                    | Data efetiva do acordo                                  |
| 1.4                                    | Período do acordo                                       |
| <b>2.</b>                              | <b>Âmbito dos serviços - Especificação dos serviços</b> |

|           |   |
|-----------|---|
| 2.1       | Gestão da manutenção do edifício, planta e equipamentos |
| 2.2       | Gestão de pequenos serviços de reparação                |
| 2.3       | Gestão de serviços de alojamento                        |
| 2.4       | Gestão de serviços públicos e telecomunicações          |
| <b>3.</b> | <b>Prazos de entrega e taxas</b>                        |
| 3.1       | Serviço de categorias prioritárias e tempo              |
| 3.2       | Taxas e pagamento                                       |
| <b>4.</b> | <b>Desempenho</b>                                       |
| 4.1       | Apresentação de relatórios de desempenho                |
| 4.2       | Medições de desempenho                                  |
| <b>5.</b> | <b>Interface entre cliente e prestador de serviço</b>   |
| 5.1       | Comunicação   |
| 5.2       | Incentivos e sanções                                    |
| 5.3       | Classificação do cliente e <i>feedback</i>              |
| 5.4       | Procedimentos de revisão SLA                            |

Segundo (Gomes, 2012) de seguida apresenta-se um modelo um pouco mais geral de um SLA, proposto pela norma EN 15221-2. Neste modelo para cada serviço existe um SLA distinto. Esta norma divide um *Facility Management Agreement (FMA)* em duas partes: cláusulas gerais e cláusulas específicas de SLA, sendo as segundas focadas em aspetos mais técnicos e operacionais. As cláusulas específicas do SLA têm como objetivo um maior controlo do desempenho e também um controlo da satisfação do cliente.

Tabela 3.5 – Cláusulas específicas de SLA propostas pela norma EN 15221-2

| Cláusulas específicas de SLA propostas pela Norma EN 15221-2 |   |
|--|---|
| <b>1.</b>  | <b>Descrição geral</b>  |
| 1.1  | Descrição do serviço de FM                                      |
| <b>2.</b>  | <b>Processos comuns da organização</b>                          |
| 2.1  | Influência do serviço   |
| <b>3.</b>  | <b>Condições gerais</b>   |
| 3.1  | Definições da terminologia específica do FM                     |
| <b>4.</b>  | <b>Estrutura e comunicação</b>                                  |
| 4.1  | Organização e partes envolvidas                                 |
| 4.2  | Comunicação e documentação específica para o serviço individual |

|           |  |
|-----------|--|
| 4.3       | Descrição do processo  |
| 4.4       | Rotinas específicas para exigências dos serviços                       |
| 4.5       | Rotinas específicas para a prestação de serviços                       |
| 4.6       | Medição de desempenho e aceitação                                      |
| 4.7       | Sistema de garantia de qualidade e processo de melhoria contínua       |
| 4.8       | Participação e compromissos do cliente                                 |
| 4.9       | Mudanças no SLA  |
| <b>5.</b> | <b>Definição e clarificação</b>  |
| 5.1       | Propriedades e valores relativos ao serviço                            |
| 5.2       | Especificação do serviço   |
| 5.3       | Resultados/objetivos acordados   |
| 5.4       | Especificação dos serviços/outputs/serviços parciais não incluídos     |
| 5.5       | Equipamento, material e meios de comunicação                           |
| 5.6       | Serviços opcionais   |
| 5.7       | Processo de resolução de conflitos e procedimentos de não-conformidade |
| <b>6.</b> | <b>Obrigações e requerimentos</b>                                      |
| 6.1       | Segurança, saúde e ambiente  |
| 6.2       | Início dos trabalhos e processos de implementação                      |
| 6.3       | Finalização do serviço   |
| <b>7.</b> | <b>Preços, pagamento e contabilidade</b>                               |
| 7.1       | Preços   |
| 7.2       | Requerimentos específicos de faturação                                 |
| 7.3       | Sistema de pagamento consoante o desempenho                            |
| 7.4       | Retenção de pagamento  |
| 7.5       | Gestão da faturação  |

Se cada serviço for gerido através de contratos de SLA, a gestão de todos os serviços é facilitada, assim como a integração entre os diversos serviços. Esta integração pode ser realizada por introdução de cláusulas específicas no contrato SLA de cada serviço, sendo portanto a chave para se estabelecer o FM.

### 3.6 INDICADORES CHAVE DA MANUTENÇÃO

A gestão de desempenho é frequentemente definida como um processo pelo qual a empresa gere os seus resultados e desempenho na linha das metas corporativas e estratégias funcionais. No *Facility Management* (FM), o objetivo desse processo é realizar um sistema de controlo integrado, onde as estratégias corporativas e funcionais são transferidas para todos os processos de apoio, atividades, tarefas e pessoal. A componente chave dessa função de controlo é transmissão de informação confiável através do sistema de medição de desempenho. O objetivo principal é fornecer as ferramentas para decisões de gestão com informação eficaz em todos os níveis, tanto a nível estratégico, tático e operacional. Segundo (Kavrakov, 2015) citando J. H. Harrington “*Measurement is the first step that leads to control and eventually to improvement. If you can’t measure something, you can’t understand it. If you can’t understand it, you can’t control it. If you can’t control it, you can’t improve it*”. Este magnífico raciocínio está no cerne da gestão de desempenho contemporânea (Kavrakov, 2015).

Os instrumentos mais valiosos do sistema de medição de desempenho são os *Key Performance Indicators* (KPI), designados pelos indicadores chave de desempenho. Estes poderiam ser definidos como uma medida que fornece informações essenciais sobre a realização de um nível desejado de resultados. De ter em atenção que os indicadores devem sempre seguir os objetivos da organização, uma vez que os objetivos de uma organização apresentam-se no termo a longo prazo. A definição de quais os KPI a utilizar não varia frequentemente, salvaguardando determinadas situações em que possa variar (Kavrakov, 2015).

Os resultados dos KPI são posteriormente utilizados para *benchmarking*, que constituem a aplicação de procedimentos eficientes e a implementação das melhores soluções para os problemas identificados. O *benchmarking* consiste num processo de comparação entre dois ou mais sistemas, que a organização utiliza. Este tem como objetivo comparar os resultados de medições quantitativas do desempenho global da construção do edifício, desempenho quantitativo de um sistema específico ou dos recursos usados para o sistema na perspetiva da comparação entre *insourcing vs outsourcing* e para a revisão das necessidades de manutenção num horizonte de 5 a 10 anos (Soares, 2013).

Segundo (Soares, 2013) citando a norma NP EN 15341:2009 relativa Manutenção e Indicadores de desempenho da manutenção (KPI), devem utilizar-se estes indicadores quando o desempenho real ou esperado não seja satisfatório, permitindo assim a organização:

- Medir o estado;
- Avaliar o desempenho;
- Comparar o desempenho;

- Identificar os pontos fortes e fracos;
- Os objetivos definidos;
- Planear estratégias e ações;
- Divulgar os resultados, a fim de informar e motivar as pessoas;
- Controlar o progresso e as alterações ao longo do tempo.

### 3.6.1 Indicadores de desempenho para a manutenção segundo Shohet

Igal Shohet é um professor do departamento de Engenharia Civil e Ambiente do Instituto Tecnológico de Israel, que nos últimos anos desenvolveu um conjunto de estudos em dezassete unidades hospitalares do seu país, onde estudou os seus processos de manutenção (Ribeiro, 2012). Os indicadores definidos atuam na gestão da manutenção relacionados com as exigências funcionais dos espaços, áreas de construção, idades médias de construção, taxas médias de ocupação, valor das despesas de manutenção e constituição/organização dos recursos humanos afetos a esta atividade (Maurício, 2011).

A sua investigação deu origem à criação de um conjunto de onze indicadores de desempenho agrupados em quatro categorias diferentes:

- Parâmetros de caracterização;
- Indicadores de desempenho da organização;
- Indicadores de desempenho do edifício;
- Indicadores de eficiência da manutenção.

É possível observar as categorias, e respetivos indicadores apresentados por este autor na tabela que se segue.

Tabela 3.6 – Indicadores de Desempenho Apresentados por Shohet (Soares, 2013)

| Categorias                   | Indicadores de Desempenho de Shohet   |
|------------------------------|---|
| Parâmetros de caracterização | $S_1 = \text{Área do estabelecimento (m}^2\text{)}$   |
|                              | $S_2 = \text{Taxa de ocupação(\%)}$   |
|                              | $S_3 = \text{Idade da construção (anos)}$   |
|                              | $S_4 = \frac{\text{Recursos Humanos de manutenção}}{\text{m}^2 \text{ de área construída}}$                         |
|                              | $S_{5.1} = \frac{\text{Recursos Humanos internos de manutenção}}{\text{Recursos Humanos de manutenção}} \times 100$ |

|  |   |
|--|---|
| Indicadores de desempenho da organização | $S_{5.2} = \frac{\text{Recursos Humanos externos de manutenção}}{\text{Recursos Humanos de manutenção}} \times 100$   |
|  | $S_6 = \text{Organigrama (Equipa de gestão/Equipa no terreno)}$   |
|  | $S_7 = \text{Tipo de estrutura (gestão tradicional ou inovadora)}$  |
| Indicador de desempenho do edifício      | $S_8 = BPI = \sum_{n=1}^{10} P_n \times W_n$ <p><math>P_n</math> – Estado de conservação do sistema<br/> <math>W_n</math> – Ponderação do sistema em análise</p>  |
| Indicadores de eficiência da manutenção  | $S_9 = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{m}^2 \text{ de área construída}}$  |
|  | $S_{10} = \frac{\text{Custo total de manutenção}}{\text{N}^\circ \text{ de utentes}}$   |
|  | $S_{11} = MEI = \frac{AME}{AC_y} \times \frac{1}{BPI} \times \frac{1}{OC} \times ic$ <p><math>AME</math> – Despesa anual em manutenção<br/> <math>AC_y</math> – Coeficiente de idade para o ano <math>y</math><br/> <math>OC</math> – Coeficiente de ocupação</p> |

Os parâmetros de caracterização têm como principal função caracterizar o património existente, utilizando três indicadores dos quais fazem parte área do estabelecimento ( $S_1$ ), taxa de ocupação ( $S_2$ ) e idade de construção ( $S_3$ ).

Os indicadores de desempenho da organização têm como principal função entender qual a importância e o modo como é executada a gestão da manutenção da organização, auxiliando na avaliação do desempenho das ações de manutenção. Esta perceção é obtida através da análise dos indicadores  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$  e  $S_7$ , que fornece indicações respetivamente, sobre o número de trabalhadores por área construída, a percentagem de recursos humanos que pertence à organização, a divisão de ativos pelas equipas de gestão, de terreno e o tipo de estrutura e gestão adotados pela organização. Em relação ao indicador  $S_5$ , pode-se contar com duas vertentes na percentagem de recursos humanos que pertencem à organização. Por um lado, a organização pode apresentar recursos humanos internos que correspondem às atividades realizadas pelos trabalhadores da própria organização, enquanto por outro lado, os recursos humanos externos dizem respeito a elementos da organização subcontratados (*outsourcing*). O critério  $S_6$  tem como principal função estudar a forma como os recursos humanos internos se organizam, nomeadamente em termos de dimensão das equipas de manutenção e relação entre o número de gestores e o número de técnicos deles dependentes. O indicador  $S_7$  refere-se ao estudo do nível de desenvolvimento da estrutura responsável pela gestão da manutenção, analisando se a estrutura é inovadora, introduzindo características de flexibilidade, aprendizagem e adaptabilidade, ou tradicional (Maurício, 2011).

O indicador de desempenho do edifício ( $S_8$ ) permite classificar o estado físico do edifício. Este denominado por BPI (*Building Performance Indicator*) é calculado, segundo Shohet de acordo com a equação mencionada na tabela 3.6. No cálculo do BPI, para o caso de estudo de Shohet (estabelecimentos hospitalares), o edifício foi decomposto em dez elementos:

- Estrutura;
- Acabamentos interiores;
- Envolvente exterior;
- Sistema de proteção contra incêndio;
- Sistema de distribuição de águas e esgotos;
- Elevadores;
- Sistema elétrico;
- Sistema de comunicações;
- Sistema AVAC;
- Sistemas de extração de gases hospitalares.

A cada um destes dez elementos é atribuída uma pontuação, do estado de conservação do sistema,  $P_n$ , que tem em conta a avaliação do estado físico do elemento, anomalias existentes e tipo de política/estratégia de manutenção implementada pela organização (Maurício, 2011).

Os indicadores de eficiência da manutenção têm como principal objetivo compreender qual a eficácia da gestão da manutenção utilizada.

### **3.6.2 Indicadores de desempenho para a manutenção segundo a EN 15341**

A norma EN 15341 tem como principal objetivo a apresentação e descrição de indicadores de desempenho para as atividades de manutenção. Esta define setenta e um indicadores que depois subdivide por três grupos:

- Económico (24);
- Técnico (21);
- Organizacional (26).

Quanto ao nível do indicador, este representa o nível de detalhe, que vai de um a três, sendo o primeiro o mais abrangente e o terceiro o mais detalhado.

Tabela 3.7 – Organização dos indicadores de desempenho EN 15341 (Soares, 2013)

|                      |                          | Nível do Indicador                       |   |  |
|----------------------|--------------------------|--|---|--|
|                      |                          | Nível 1                                  | Nível 2                                       | Nível 3  |
| Grupo de Indicadores | Indicador Económico      | E1; E2;<br>E3; E4;<br>E5; E6;            | E7; E8; E9;<br>E10; E11;<br>E12; E13;<br>E14; | E15; E16; E17; E18;<br>E19; E20; E21; E22;<br>E23; E24;  |
|                      | Indicador Técnico        | T1; T2;<br>T3; T4;                       | T5; T6;                                       | T7; T8; T9; T10;<br>T11; T12; T13; T14;<br>T15; T16; T17; T18;<br>T19; T20; T21;               |
|                      | Indicador Organizacional | O1; O2;<br>O3; O4;<br>O5; O6;<br>O7; O8; | O9; O10;                                      | O11; O12; O13;<br>O14; O15; O16;<br>O17; O18; O19;<br>O20; O21; O22;<br>O23; O24; O25;<br>O26; |

Segundo (Soares, 2013) citando a norma EN 15341, o desempenho da manutenção depende de fatores externos e internos. Estes fatores como apresentam uma influência direta no desempenho tem se ter algum cuidado na sua utilização. Exemplos de fatores externos são, a localização, os hábitos culturais e locais, os custos de trabalho e a existência de legislação e regulamentação setorial aplicáveis. Quanto aos fatores internos é possível salientar a conjuntura do mercado, a cultura empresarial e organizacional, o tamanho e a idade das instalações bem como a taxa de utilização do equipamento.

### Indicadores de Desempenho Económico

Os indicadores económicos são aqueles que, provavelmente, aos gestores mais interessam. Estes indicadores baseiam a sua análise em variados tipos de custos, entre os quais é possível evidenciar o custo total de manutenção (CTM), o custo (valor) de substituição, o custo total da manutenção corretiva, preventiva e condicionada (Maurício, 2011).

A lista completa relativa aos indicadores económicos referentes à norma EN 15341 encontra-se no Anexo 1. Na tabela seguinte apresenta-se um extrato dessa lista.

Tabela 3.8 – Extrato da Lista de Indicadores Económicos da EN 15341

| Nível | Indicador de Desempenho Económico  |
|-------|--|
| 1     | $E_1 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Custo de Substituição}} \times 100$                               |
|       | $E_3 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Output de Operações}} \times 100$                                 |
| 2     | $E_7 = \frac{\text{Valor Médio de Materiais de Manutenção}}{\text{Custo de Substituição}} \times 100$                  |
|       | $E_8 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Internos}}{\text{Custo Total da Manutenção}} \times 100$                 |
|       | $E_9 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Externos}}{\text{Custo Total da Manutenção}} \times 100$                 |
| 3     | $E_{15} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Corretiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$              |
|       | $E_{16} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Preventiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$             |
|       | $E_{17} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Condicionada}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$           |
|       | $E_{24} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$ |

### Indicadores de Desempenho Técnico

Este grupo de indicadores indicam as informações relativas ao desempenho técnico das instalações e ativos em estudo, sendo portanto de grande informação para o engenheiro técnico. Estes indicadores utilizam fatores de ordem técnica para a sua determinação, tais como o número total de falhas, período de tempo em funcionamento, período de paragem devido à manutenção e período de paragem devido a falhas.

Na tabela que se segue está mencionado um extrato da lista de indicadores técnicos da respetiva norma EN 15341. No entanto a lista com todos os indicadores de desempenho técnico encontra-se em Anexo 2.

Tabela 3.9 – Extrato da Lista de Indicadores Técnicos da EN 15341

| Nível | Indicadores de Desempenho Técnico   |
|-------|---|
| 1     | $T_1 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Tempo de Manutenção})} \times 100$              |
|       | $T_2 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo Projetado})} \times 100$   |
|       | $T_4 = \frac{\text{Número de Falhas Causadoras de Danos Pessoais}}{\text{Tempo de Calendário}}$   |
| 2     | $T_5 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Paragens Devido a Falhas})} \times 100$         |
|       | $T_6 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Paragem devido a Manut. Planeada})} \times 100$ |
| 3     | $T_7 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                             |
|       | $T_8 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Predeterminada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                       |
|       | $T_9 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Condicionada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                         |
|       | Manut. – Manutenção; Func. – Funcionamento  |

### Indicadores de Desempenho Organizacionais

Por último o grupo de indicadores organizacionais analisa com maior especificidade a organização e os seus trabalhadores, avaliando os que executam trabalhos de manutenção, o tempo gasto neste tipo de atividade e a sua produtividade. Contudo são separados, os trabalhadores diretamente relacionados com os processos de manutenção dos relacionados indiretamente e os trabalhos realizados por trabalhadores pertencentes à estrutura da organização daqueles que são contratados externamente (Maurício, 2011).

A lista completa de indicadores de desempenho organizacionais da norma EN 15341 encontra-se no Anexo 3. A tabela que segue diz respeito a um extrato da lista completa.

Tabela 3.10 – Extrato da Lista de Indicadores de Desempenho Organizacional da EN 15341

| Nível | Indicadores de Desempenho Organizacional   |
|-------|--|
| 1     | $O_1 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}}{\text{Número Total de Funcionários da Organização}} \times 100$                           |
|       | $O_2 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} \times 100$         |
|       | $O_3 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção Diretos da Organização}} \times 100$ |
|       | $O_5 = \frac{\text{Homens Hora em Planeamento e Calendarização de Manutenção}}{\text{Homens Hora de Manutenção da Organização}} \times 100$                        |
| 2     | $O_9 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Hora}}{\text{Produção Total do Trabalhador em Homens Horas}} \times 100$                        |
|       | $O_{10} = \frac{\text{Pessoal da Manutenção por Turno}}{\text{Pessoal da Manutenção}} \times 100$  |
| 3     | $O_{11} = \frac{\text{Período de Tempo para Ações Corretivas}}{\text{Período de Tempo de Paragem Total Relacionada com Tralh. Manut.}} \times 100$                 |
|       | $O_{18} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Preventivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$                                       |
|       | $O_{19} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$                           |
|       | $O_{20} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$                        |
|       | $O_{21} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Período Extraordinado}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$                                   |



## 4 ARCHIBUS

### 4.1 INTRODUÇÃO

Archibus é a nível mundial o fornecedor número um em soluções de gestão do património imobiliário, infraestruturas e de instalações com investimentos totais anuais relacionados com produtos e serviços ARCHIBUS num valor de mais de 2,3 mil milhões de dólares americanos. Com Archibus, as organizações podem obter uma solução única, abrangente e integrada para suportar a tomada de decisões estratégicas, que otimizem o retorno sobre o investimento (*Return on Investment – ROI*) e retorno sobre ativos (*Return on Assets – ROA*), reduzem o custo do ciclo de vida dos ativos, e aumentam a produtividade e rentabilidade – reduzindo os custos relacionados com infraestruturas e instalações em cerca de 34%.

Atualmente mais de 7 milhões de utilizadores da Archibus em todo o mundo poupam anualmente mais de 100 mil milhões de dólares americanos às suas organizações. Encontra-se disponível em 190 países e em mais de 30 idiomas, o ARCHIBUS é suportado através de uma rede global de mais de 1.600 profissionais.

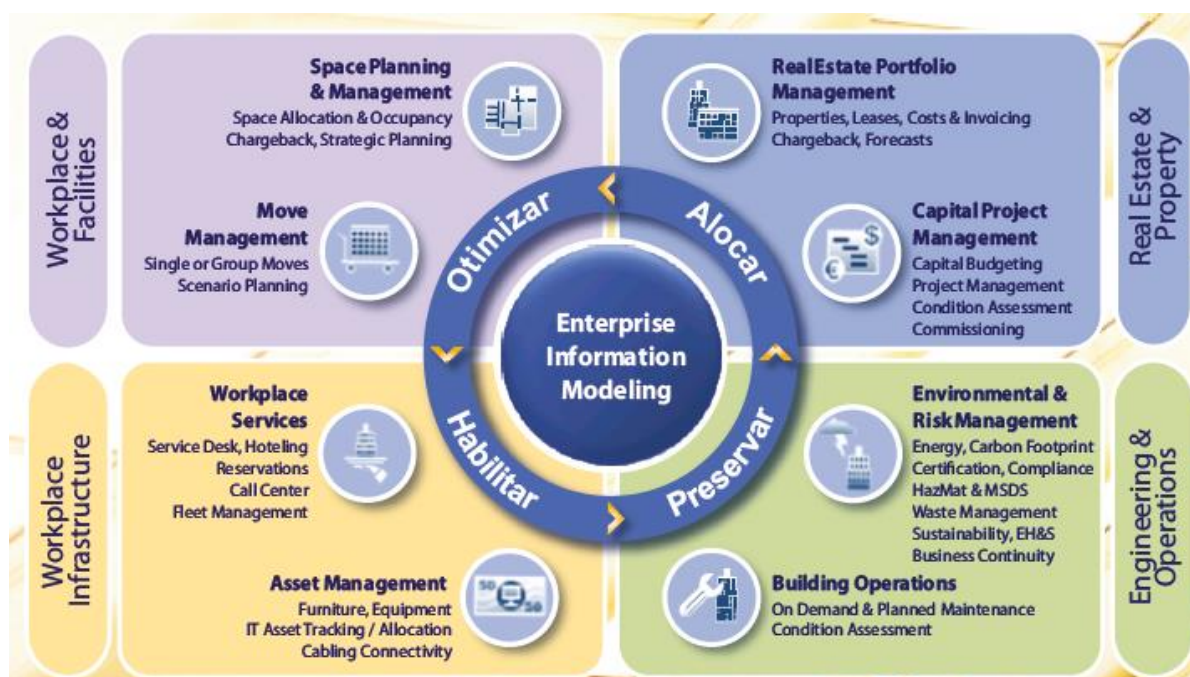


Figura 4.1 – Conjunto de soluções que ARCHIBUS oferece para o *Enterprise Information Modeling*

A Archibus fornece ao gestor de edifícios através deste *software* a disponibilidade de um modelo corporativo designado por *Enterprise Information Modeling* que agrega toda a informação corporativa da empresa e que pode integrar toda a informação que vem de todos os outros sistemas, tais como sensores, recursos humanos, etc., e ter um modelo de gestão baseados nos ciclos de vida. Ciclos de vida estes que podem estar relacionados com espaços de trabalho e instalações, infraestruturas, engenharia e operações do edifício propriamente dito e por fim o portfólio dos bens imóveis.

A nível do ciclo de vida dos espaços de trabalho e instalações apresenta o objetivo de otimizar a planificação de espaços e respetiva manutenção e a gestão do movimento permitindo ao gestor planear possíveis cenários tais como reservas de espaços para grupos de pessoas ou utilização singular dos espaços.

Outro dos ciclos de vida é o relativo às infraestruturas tendo como objetivo habilitar os serviços de uma organização que vão desde, serviços administrativos, gestão de frotas, etc., também acrescentam ao gestor o processo de gestão de ativos, tais como, equipamentos, tecnologia e informação em controlo de ativos, mobília, conectividade através de cabos, etc.,. O ciclo de vida referente à engenharia e operações do próprio edifício conta com o objetivo de preservar a gestão ambiental e do risco no que diz respeito, à energia, certificação da pegada de carbono, sustentabilidade e conformidade da gestão de resíduos de materiais perigosos e respetivas fichas de segurança, e também o objetivo de proporcionar aos edifícios a sua avaliação e planeamento das condições de manutenção a realizar pelo gestor. Por fim, o ciclo de vida relativo à gestão dos portfólios dos bens imóveis tem o objetivo de alocar, permitindo um planeamento do portfólio das propriedades, arrendamentos, custos e faturações, previsões. Ainda no foco deste ciclo de vida, pode obter-se a gestão de projetos de capital, tais como orçamento de capital, gestão de projetos, avaliação das condições e comissionamento que consiste no processo de assegurar que os sistemas e componentes de uma edificação ou unidade industrial estejam projetadas, instalados, testados, em operação e mantidos de acordo com as necessidades e requisitos operacionais do proprietário (ARCHIBUS, 2014).

### **4.2 ARCHIBUS: A SOLUÇÃO INTEGRADA PARA A GESTÃO DO PATRIMÓNIO IMOBILIÁRIO, INFRAESTRUTURAS E INSTALAÇÕES**

De forma a sustentar uma organização ágil e de elevado desempenho, é crucial transformar e otimizar a utilização do portfólio de imóveis, infraestruturas e instalações. Ao permitir que os intervenientes colaborem de forma simples nas decisões operacionais mas também nas estratégicas, irá criar condições para que a organização consiga responder rapidamente às mudanças internas ou aos desafios do mercado. Através de uma plataforma colaborativa, o Archibus acelera a mudança necessária para gerar

reduções de custos e aumentar a confiança na inovação de processos. Ao utilizar uma única solução integrada, pode otimizar a utilização de informação existente, reduzir inconsistências entre dados e eliminar sistemas redundantes, alcançando reduções nos *Total costs of Ownership* (Custo total de posse que consiste numa estimativa financeira projetada para consumidores e gestores de empresas a avaliar os custos diretos e indiretos relacionados à compra de todo o investimento importante). Quer a organização detenha ou arrende imóveis, quer execute ou contrate os serviços de *Facilities*, poderá aumentar os níveis de produtividade e impulsionar a sua rentabilidade ao utilizar a solução integrada.

Principais benefícios da utilização do ARCHIBUS:

- Proporciona confiança e transparência na tomada de decisões, ao entregar informações sustentadas;
- Aumenta a agilidade, alinhando os espaços de trabalho com a estratégia organizacional através do *Enterprise Information Modeling* (EIM);
- Melhora a eficiência operacional pelo acesso web aos dados, tarefas e processos, a qualquer hora e em qualquer local;
- Permite serviços de classe mundial através de portais self-service e plataformas móveis híbridas, aumentando a satisfação dos seus clientes.

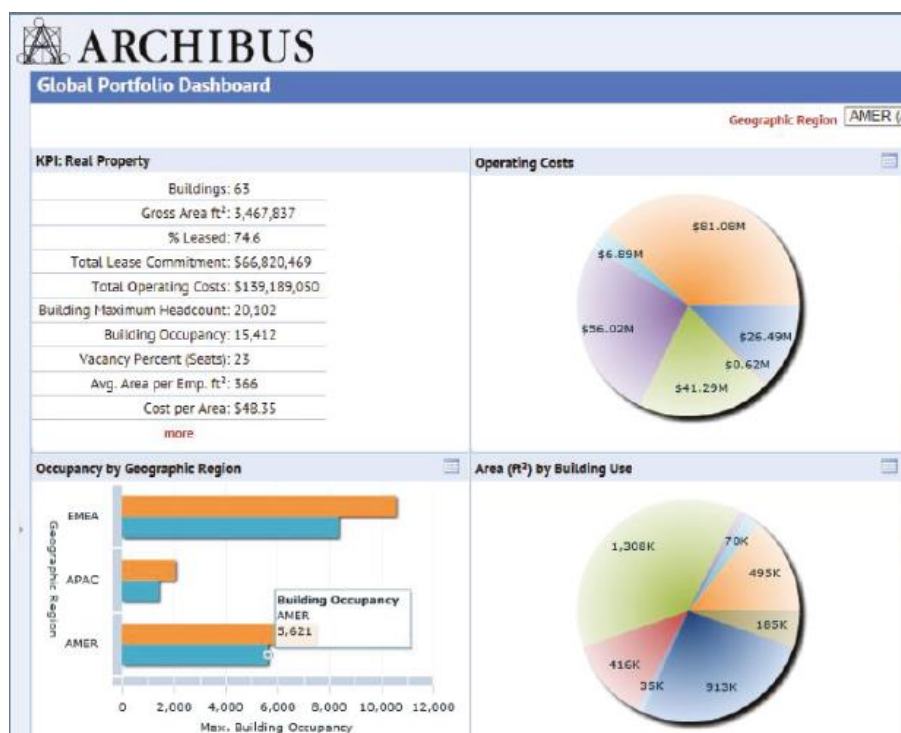


Figura 4.2 – Exemplo do interface do Painel Global do Portfólio

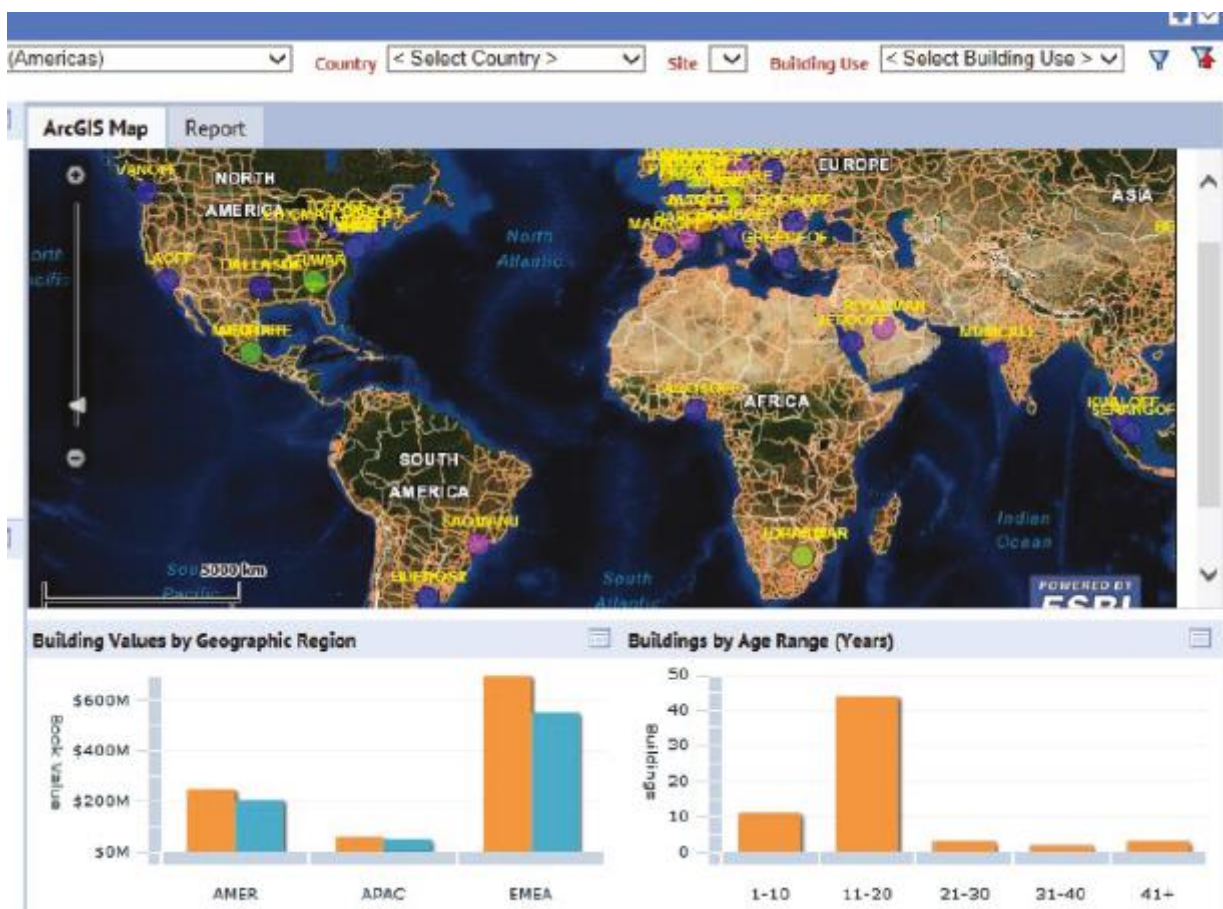


Figura 4.3 - Exemplo do interface do Painel Global do Portfólio

Os painéis (Dashboards) ou interfaces da ARCHIBUS asseguram a visibilidade em tempo real sobre o desempenho operacional e financeiro, através de análises na moeda local ou outra moeda de referência, com o nível de detalhe que se pretenda seleccionar.

A Archibus proporciona aos seus utilizadores grandes vantagens na utilização do seu *software*, nomeadamente, obtenção de informação fiável para decisões com confiança, agilidade organizacional com EIM, na melhoria da eficiência operacional, aplicações móveis e portais à medida do cliente e na mitigação dos riscos de forma assegurar a continuidade.

Para a obtenção de informação fiável para decisões com confiança, a ARCHIBUS permite que o gestor acompanhe os custos do ciclo de vida de imóveis, unidades industriais, equipamentos e infraestruturas; Antecipa as necessidades e despesas associadas de forma a seleccionar as projecções de investimentos de capital mais eficazes; Analisa o valor e o desempenho dos ativos, de forma a otimizar a priorização dos investimentos; Melhora a utilização global dos seus espaços através de *Dashboards* com a informação pertinente, relatórios operacionais e de gestão e ferramentas de alocação de custos.

De forma a garantir a agilidade organizacional com *Enterprise Information Model* (EIM) torna possível ao gestor, identificar tipos e durações das utilizações dos espaços e áreas vagas, para planear estratégias de ocupação; Integração bidirecional com AUTOCAD ou modelos BIM Revit, otimizando a utilização da informação dos imóveis e instalações; Consolida relatórios de diferentes locais, agregando facilmente a informação em vários idiomas, unidades monetárias e unidades métricas.

Quanto à melhoria da eficiência operacional, esta é estabelecida através de critérios de referência e indicadores chave de desempenho (KPIs) para facilitar a melhoria contínua; É realizada a gestão de orçamentos e projetos de forma eficaz utilizando *scorecards* (metodologia de medição e gestão de desempenho) de desempenho; Simplificando o processo de requisição de intervenções e ordens de trabalho com formulários *User-friendly* (representa a simplicidade e facilidade com que uma interface, um programa de computador ou um website pode ser utilizado por uma pessoa) e controlo de *workflows* (fluxos de trabalho); Permite ainda otimizar os custos com mão-de-obra e materiais, para reduzir os custos de manutenção enquanto aumenta o tempo de atividade e a satisfação dos clientes.

A Archibus disponibiliza a utilização de aplicações móveis e portais à medida do cliente, através de portais adaptados individualmente às necessidades de cada utilizador; Apps móveis que aumentam a produtividade e a satisfação; Estrutura modular e escalável que permite escolher as aplicações mais adequadas às diferentes necessidades do gestor e os orçamentos.

Por fim a mitigação dos riscos para assegurar a continuidade tem em conta, a conservação de um ambiente de trabalho seguro e produtivo, pela implementação de um processo estruturado de cumprimento de legislação, regulamentos ou melhores práticas; Controlo de iniciativas de sustentabilidade ambiental, desde a redução da pegada de carbono e do consumo de energia, até à identificação e mitigação dos riscos ambientais; Mantém dados objetivos e defensáveis que satisfaçam as necessidades de reportação interna e externa; Desenvolve auditorias de condição de forma a identificar proactivamente os problemas e justificar investimentos (ARCHIBUS, 2016).

A opinião de quem já utilizou e continua a ter o prazer de tornar a Archibus uma ferramenta a ter em conta na gestão dos seus ativos apresenta importantes considerações sobre a sua utilização.

“ARCHIBUS dotou-nos de uma solução através da qual dispomos de toda a informação sobre os edifícios e de *dashboards* que se ligam com o nosso sistema de RH e nosso sistema financeiro SAP” – Thomas Michel, *Principal Director – General Administration for European Patent Office*



Figura 4.4 – Logótipo da European Patent Office

“ Com ARCHIBUS, fomos capazes de substituir vários sistemas antigos e reduzir o nosso tempo e custos administrativos. Benefícios que alcançamos imediatamente.” – Alexander Hubner, Manager Workspace Solutions & Real Estate Systems, Beiersdorf AG



Figura 4.5 – Logótipo da empresa Beiersdorf AG

“ O projeto de racionalização de espaços da Telefónica... permitiu poupanças e benefícios de 968 milhões de euros... não teríamos conseguido sem o ARCHIBUS.” – Luis Calavia, Facility Manager telefónica Inmobiliaria S.A.



Figura 4.6 – Logótipo da empresa Telefónica

“ARCHIBUS permitiu-nos poupar muito na gestão de edifícios... e ajudou-nos a identificar de maneira precisa as necessidades de espaço e outros requisitos para o edifício que procurávamos em Milão” – Pietro Fiorani, National General, Services Manager, Coca Cola HBC Italy.



Figura 4.7 – Logótipo da Coca-Cola HBC Italy

“ ARCHIBUS ajudou-nos a alcançar um objetivo estratégico fundamental: passar a gestão de instalações com vários sistemas a uma plataforma ARCHIBUS única com ligações ao ERP. Além de nos proporcionar as ferramentas necessárias para gerir 30 edifícios num total de 500.000 m<sup>2</sup>, também nos ajuda a prestar diversos serviços a mais de 3700 ocupantes” – Yves Streuli, Manager GS Real Property from Philip Morris International Management S.A.



Figura 4.8 – Logótipo da Philip Morris International



## 5 CASO DE ESTUDO

### 5.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será abordado o tema do caso estudo com base na metodologia BIM-FM, aplicado ao projeto das piscinas Municipais de Vila Meã, atualmente em funcionamento. O edifício foi inaugurado em novembro de 2007 e apresenta uma área útil aproximada de compartimentos identificados de 1383 m<sup>2</sup>, dividido em 3 pisos. Estes três pisos estão representados por um piso subterrâneo (piso-1) constituído por uma galeria técnica e alguns compartimentos de apoio ao pessoal técnico e funcionários. O piso 0 corresponde a uma área mais dedicada aos utilizadores, nomeadamente a zona das piscinas, dos balneários e casas de banho assim como outros compartimentos. Por fim, o piso 1 é constituído por uma zona dedicada ao público onde se situam as bancadas, e constituído também por alguns compartimentos designados à direção e administração do edifício. Na tabela que se segue está representada a afluência de pessoas que frequentaram a piscina Municipal de Vila Meã nos meses transatos, de janeiro a maio.

Tabela 5.1 – Número de utentes que frequentaram a Piscina Municipal de Vila Meã de Janeiro a Maio.

| Nº de Utentes       | Jan. | Fev. | Mar. | Abr. | Mai. |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| Piscina de Vila Meã | 5484 | 5544 | 5292 | 5481 | 5452 |

No decorrer do desenvolvimento deste trabalho, foram ocorrendo várias fases de trabalhos até se alcançar o objetivo final. Como tal, o trabalho em estudo foi dividido em três importantes fases: a recolha de informação, a modelação do edifício e a utilização do *software* de gestão, ARCHIBUS, aplicado ao edifício em estudo.

Na recolha de informação e na modelação do edifício tornou-se evidente e entusiasmante a vontade de querer explorar todos os pormenores aquando da modelação já concluída, devido ao facto de observar-se a semelhança do modelo 3D do edifício em formato digital com o modelo real a olho vivo. No entanto, devido à dimensão e às várias especialidades existentes na manutenção, optou-se por direcionar a análise do estudo para o problema em questão que é a manutenção dos equipamentos que fazem o tratamento de água. Contudo, a modelação foi realizada para as seguintes especialidades: tratamento de água, AVAC

Hidráulica, AVAC ductos de ar, abastecimento de água e a respetiva arquitetura do edifício. Como se pode ver na figura que se segue a representação do modelo MEP do edifício.

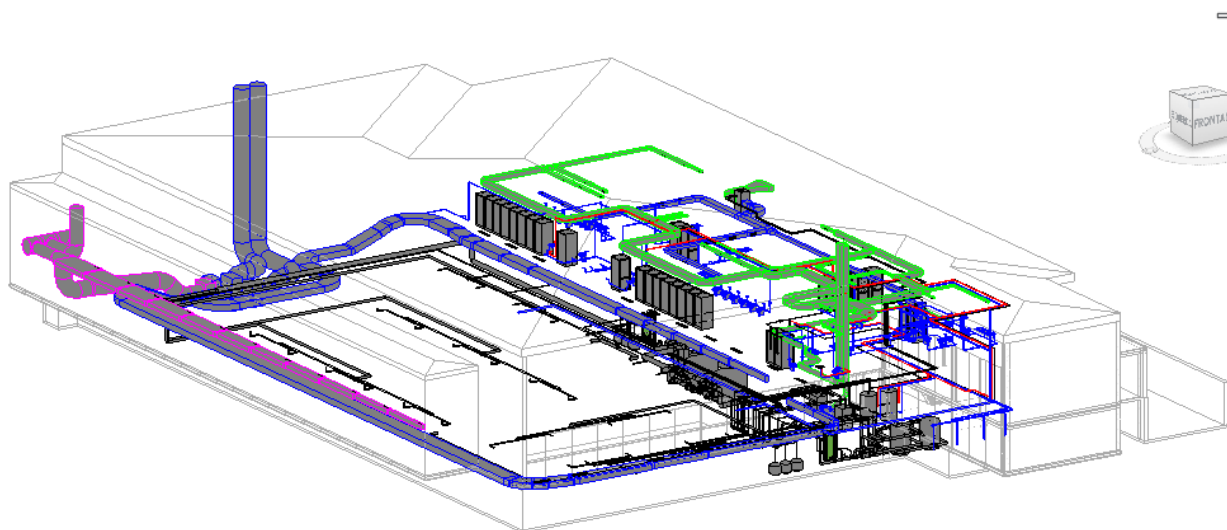


Figura 5.1 – Representação Revit MEP do modelo 3D da Piscina Municipal Vila Meã

A proposta para este trabalho resultou de uma necessidade da Câmara Municipal de Amarante em aplicar a metodologia BIM-FM na melhoria contínua da qualidade da água, com interesse na saúde pública dos seus utentes, assim como a própria sustentabilidade do sistema. Deste modo, num ambiente de trabalho, surgiu o interesse do aluno em realizar o estágio curricular e aceitar o desafio proposto pelos seus orientadores.

Os objetivos principais deste trabalho passaram por obter um controlo automático do processo de tratamento e monitorização da qualidade da água e a produção automática de planos de manutenção dos equipamentos. Estes objetivos estão relacionados com a influência que os equipamentos e a respetiva manutenção acentuam na boa qualidade da água. Coordenar, analisar e implementar controlos de manutenção mais rigorosos com recurso a uma ferramenta informática, torna-se essencial na organização destes processos que visam a melhoria da qualidade.

Para atingir estas fases de trabalho foi necessário o levantamento de informação junto de alguns departamentos, nomeadamente da Unidade Técnica de Projetos (UTP) que concedeu toda a informação relativa aos projetos de arquitetura, especialidades e a informação relativa às características dos equipamentos, e à Equipa Técnica de Manutenção (ETM) que concedeu informação relacionada com a manutenção das piscinas, o seu funcionamento, os processos de tratamento da água. A parte do trabalho que apresentou uma maior exigência a nível de tempo utilizado, foi a fase de recolha de informação e posterior modelação, apresentando diversas dificuldades derivado ao posicionamento de determinados equipamentos encontrarem-se em localizações diferentes da realidade para o projeto. Esta situação deveu-se ao facto de o projeto ter sido realizado por uma empresa de projetos, e a instalação dos

equipamentos de manutenção da piscinas e suas tubagens por uma empresa adjudicada e especializada. Também a existência de uma considerável quantidade de equipamentos assim como as respetivas tubagens e condutas de ar, constituíram uma dificuldade na sua articulação dentro dos espaços reduzidos. Após o levantamento da informação e modelação da arquitetura e especialidades do edifício, resultou na terceira fase de trabalhos, que consistiu na aplicação do *software* de *Facility Management* da ARCHIBUS, com o objetivo de efetuar uma automática programação de planos de manutenção preventiva e corretiva, dos equipamentos relativo ao tratamento de água.

## 5.2 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

A piscina Municipal de Vila Meã constitui um importante ativo para a Câmara Municipal de Amarante e que representa na vida dos utentes e da população do concelho de Amarante uma relativa importância com a necessidade de promover atividade desportiva e de lazer para a melhoria da qualidade de vida. Neste contexto, a sua conceção ocorreu à data de janeiro de 2005, embora a inauguração tenha sido a novembro de 2007. Esta situa-se na Rua dos Salgueirinhos, Ribeirão em Vila Meã, Amarante.



Figura 5.2 – Edifício Piscina Municipal de Vila Meã

O edifício é constituído por uma área bruta de 3611.61 m<sup>2</sup>, representada por três pisos, um piso -1 correspondente à galeria técnica onde estão localizadas todas as tubagens e equipamentos relativos às instalações técnicas, assim como alguns compartimentos de apoio ao pessoal técnico e funcionários.

No piso do R/C ou piso 0 situa-se a zona dedicada aos utilizadores, nomeadamente a zona das piscinas, dos balneários e casas de banho, gabinete médico, sala de monitores, entre outros. Este é dividido em quatro áreas de utilização coordenadas a partir do *hall* de entrada. Uma primeira destinada à assistência e acompanhantes, que se articula independentemente de todas as restantes funções.

O *hall* consiste num *open space* que comunica diretamente com os restantes espaços, nomeadamente a receção e instalações sanitárias, permitindo o acesso aos balneários através de um espaçoso corredor. A entrada para a bancada também é feita a partir do *hall* de entrada. A segunda área de utilização reside nos compartimentos relativos aos vestuários, sanitários e chuveiros, que permitem aceder comodamente a ambos os tanques. Todas as valências têm entrada direta na nave central e permitem aceder à zona dos tanques através de lava-pés. Nesta zona também se tem acesso à sauna. Uma terceira área destina-se aos monitores, vigilantes e técnicos. A sala de monitores localiza-se neste setor de serviços, com ligação direta à nave, permitindo o controlo visual de toda a zona das piscinas. Os balneários dos funcionários estão localizados nesta zona. E por último a quarta zona, a da piscina, destina-se ao lazer e desporto. Esta zona tem ainda como valência de apoio, um compartimento para guardar o material usado na escola de natação.

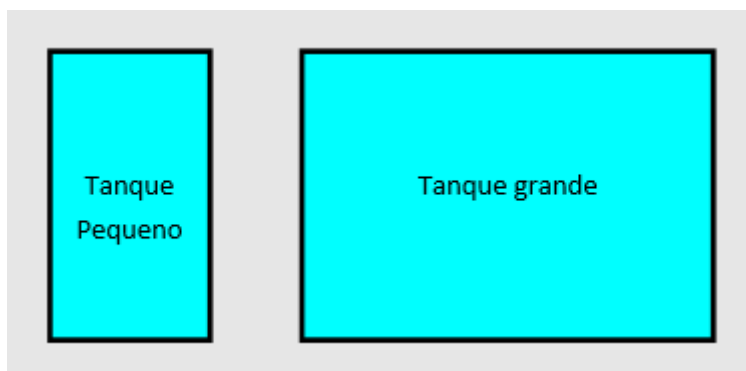


Figura 5.3 – Disposição interior da piscina

Por fim o piso 1 é constituído numa parte por uma zona dedicada ao público onde se situam as bancadas, e constituído também por alguns compartimentos designados à direção e administração do edifício. Na tabela que se segue estão representados os espaços de utilização do edifício assim como as suas áreas.

Tabela 5.2 – Espaços do edifício e respetivas áreas

| EDIFÍCIO PISCINA VILA MEÃ |                                  |           |
|---------------------------|----------------------------------|-----------|
| PISO                      | COMPARTIMENTO                    | ÁREA (m2) |
| Galeria técnica           | 1. Oficina                       | 25        |
|                           | 2. Vestiário Feminino            | 11        |
|                           | 3. Instalação Sanitária Feminino | 5         |
|                           | 4. Arrumos de Limpeza            | 4         |
|                           | 5. Vestiário Masculino           | 11        |

|                                    |                                   |                                      |    |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|----|
|                                    | 6. Instalação Sanitária Masculino | 5                                    |    |
|                                    | 7. Posto Transformação            | 18                                   |    |
|                                    | 8. Galeria Técnica                | 703                                  |    |
|                                    | 9. Casa Máquinas Jacuzzi          | 3                                    |    |
|                                    | 10. Depósito da Água              | 27                                   |    |
|                                    | 11. Antecâmara                    | 3                                    |    |
|                                    | 12. Distribuição                  | 8                                    |    |
|                                    | 13. Antecâmara                    | 3                                    |    |
|                                    | 14. Distribuição                  | 10                                   |    |
|                                    |                                   |                                      |    |
|                                    | Piso 0                            | 16. Armazém                          | 7  |
|                                    |                                   | 17. Gabinete Médico                  | 16 |
|                                    |                                   | 18. Instalação Sanitária Feminino    | 10 |
|                                    |                                   | 19. Instalação Sanitária Deficientes | 5  |
| 20. Instalação Sanitária Masculino |                                   | 11                                   |    |
| 21. Distribuição Serviços          |                                   | 21                                   |    |
| 22. Distribuição                   |                                   | 57                                   |    |
| 23. Sala Monitores/Sec.Prov        |                                   | 37                                   |    |
| 24. Vestiário Monitores Masculino  |                                   | 10                                   |    |
| 25. Vestiário Monitores Feminino   |                                   | 10                                   |    |
| 26. Instalação Sanitária Feminino  |                                   | 36                                   |    |
| 27. Balneário Feminino             |                                   | 75                                   |    |
| 28. Sala Repouso Senhoras          |                                   | 7                                    |    |
| 29. Sauna Senhoras                 |                                   | 5                                    |    |
| 30. Sala Repouso Homens            |                                   | 7                                    |    |
| 31. Sauna Homens                   |                                   | 5                                    |    |
| 32. Instalação Sanitária Masculino |                                   | 35                                   |    |
| 33. Balneário Masculino            |                                   | 75                                   |    |
| 34. Arrumos                        |                                   | 15                                   |    |
|                                    |                                   |                                      |    |

|        |                |    |
|--------|----------------|----|
| Piso 1 | 35. Gabinete   | 13 |
|        | 36. Arquivo    | 9  |
|        | 37. Gabinete   | 13 |
|        | 38. Secretaria | 48 |
|        | 39. Direção    | 20 |

O edifício é constituído por dois tanques interiores. Um tanque desportivo de dimensão 25,03 X 16,67 (m<sup>2</sup>) e um tanque de aprendizagem com as dimensões de 16,67 X 8,0 (m<sup>2</sup>). Apresenta-se de seguida uma tabela com as características mais específicas dos tanques.

Tabela 5.3 – Características dos tanques

|  | Tanque Desportivo     | Tanque Aprendizagem |
|--|-----------------------|---------------------|
| <b>Tipo</b>                            | Competição/Recreativa | Recreativa          |
| <b>Comprimento</b>                     | 25 m                  | 17 m                |
| <b>Largura</b>                         | 17 m                  | 8 m                 |
| <b>Profundidade máxima</b>             | 2 m                   | 1 m                 |
| <b>Profundidade mínima</b>             | 1,80 m                | 0,80 m              |
| <b>Volume total de água</b>            | 790 m <sup>3</sup>    | 120 m <sup>3</sup>  |
| <b>Área do plano de água</b>           | 425 m <sup>2</sup>    | 136 m <sup>2</sup>  |
| <b>Área total do plano da água</b>     | 562,5 m <sup>2</sup>  |                     |
| <b>Volume do tanque de compensação</b> | 63 m <sup>3</sup>     | 63 m <sup>3</sup>   |

O cais, área envolvente aos dois tanques, tem segundo a Diretiva CQN 23/93 uma área igual a 4/5 da área do plano de água. No caso desta piscina corresponde a uma área de 449 m<sup>2</sup>. Segundo a mesma área do cais, implica que a largura da faixa seja de 2 metros para os bordos laterais e de 3 metros para os topos das piscinas. O tanque pertence ao grupo dos tanques desportivos, segundo a diretiva CQN 23/93, estes caracterizam-se por terem os requisitos (geométricos e construtivos) para a prática da natação e modalidades derivada, respeitando as normas da Federação Portuguesa de Natação e da Federação Internacional de Natação Amadora. As profundidades destes tanques são determinadas de acordo com as modalidades praticáveis, sendo no mínimo de 1,0 metros.

Segundo a mesma Diretiva o tanque pequeno pertence ao grupo de aprendizagem e recreio. Os seus requisitos adaptam-se para a prática de modalidades propedêuticas das disciplinas natatórias. A profundidade máxima destes tanques é de 1,50 metros e não deve ter em 2/3 da piscina uma profundidade superior a 1,10 metros.

O número máximo de banhistas que podem ser admitidos em simultâneo numa piscina coberta é de 1 banhista por 2m<sup>2</sup> de plano de água, tendo o tanque uma capacidade de 213 banhistas e o pequeno de 68 banhistas.

No compartimento da galeria técnica residem equipamentos relativos ao tratamento de água tais como, filtros, pré-filtros com bomba centrífuga, lâmpada ultravioleta, bomba doseadora de cloro, ph e floculante, e respetivas tubagens dos mais variados diâmetros e materiais em PVC, aço inox e PPR (Polipropileno Copolimero Random).

As instalações técnicas referentes ao aquecimento da água fazem parte equipamentos tais como, caldeira, depósitos de acumulador de águas quentes sanitárias, eletrobombas de circulação, permutador de calor, e respetivas tubagens de diversos diâmetros e de material aço inox.

Ainda no piso referente à galeria técnica encontra-se localizado um desumidificador do tipo “Bomba de Calor”, equipado com uma bateria de água quente, de modo a garantir a adequada renovação de ar, desumidificação e aquecimento das condições impostas para este tipo de instalações. O desumidificador é complementado com um sistema de condutas e grelhas para melhor distribuição do ar. O controlo é efetuado por sonda de temperatura/humidade instalada na conduta geral de retorno. O desumidificador será equipado com um ventilador de extração e tomada de ar novo também equipada com registo de ar motorizado de extração e tomada de ar novo e conseqüentemente uma maior ou menor extração de ar viciado. Para a recuperação do calor do ar de rejeição para o ar novo, o desumidificador encontra-se equipado com recuperador de calor do tipo AR/AR, dotado de dois circuitos de ar (dutos de insuflação e exaustão), de fluxos cruzados. Quanto ao aquecimento do recinto da piscina (nave) na época fria, este é feito através de uma bateria de aquecimento prevista no desumidificador “Bomba de Calor”, e alimentada por água quente proveniente da central térmica. O controlo da temperatura será efetuado por sonda a colocar na conduta de retorno/extração que atua sobre uma válvula motorizada modulante integrada na bateria referida.

As instalações sanitárias situadas na galeria técnica (piso -1) estão instaladas com um ventilador de extração na cobertura, que associado à rede de condutas horizontais e verticais e respetivas grelhas e bocas fará a extração do ar viciado diretamente para o exterior.

Quanto ao aquecimento de água quente sanitária, a produção desta será obtida através de dois depósitos (acumulador de calor situados no piso -1) de acumulação ligados em paralelo e equipados com

permutador de calor alimentado por água quente proveniente da central térmica. O controlo de temperatura será efetuado por um sensor no topo de cada um dos depósitos que atuará sobre uma válvula motorizada modulante no circuito primário do permutador.

O aquecimento da água da piscina grande (desportiva) e tanque de aprendizagem, é realizado através de um permutador de calor para cada uma das piscinas, e na qual serão alimentados por água quente proveniente da central térmica. Os tubos secundários dos permutadores de calor serão intercalados nos circuitos de recirculação e tratamento de água. O controlo de temperatura da água será efetuado por um sensor que atuará sobre uma válvula motorizada modulante no circuito de cada permutador.

No piso 0 do edifício na zona dos balneários, vestiários dos monitores e instalações sanitárias do público, o tratamento destas zonas é realizada através de um ventilador de extração que associado a uma rede de condutas e respetivas grelhas faz a extração do ar viciado diretamente para o exterior. Para a compensação do ar extraído será instalada uma unidade de tratamento de ar novo, que captando ar diretamente do exterior e que depois de filtrado e aquecido no inverno ou à temperatura ambiente exterior no verão, é insuflado diretamente no ambiente através da respetiva rede de condutas e grelhas ou difusores.

### 5.3 MODELAÇÃO

A modelação do edifício foi efetuada tendo em conta a constituição das diversas especialidades existentes no edifício. Como tal, o *software* utilizado, o *Autodesk Revit* está organizado em três categorias, Arquitetura, Estrutura e Instalação Mecânica, Elétrica e Hidráulica (MEP – *Mechanical, Electrical and Plumbing*). É através da utilização destas três categorias que se realiza a modelação de todos os elementos do edifício.

De forma a simplificar o processo de modelação, este foi dividido em dois modelos, um contendo a especialidade de arquitetura (*Revit Architecture*) e o segundo modelo direcionado à especialidade do MEP (*Revit MEP*). A versão do *software* utilizada foi *Revit 2016* versão em Português (Brasil), esta escolha deveu-se ao facto de o aluno pretender, inicialmente, de uma aprendizagem rápida e clara, envolto de demasiadas dúvidas que podiam ser resolvidas facilmente com o domínio da língua, de maneira que quaisquer imagens ou descrições de comandos e especificações técnicas relacionadas com o *Revit* aparecerão ao longo deste capítulo no referido idioma.

Previamente à modelação foi necessário definir o nível de desenvolvimento e nível de detalhe (LOD – *Level of Development & LOD – Level of Detail*) que seria aplicado ao edifício. Como a base deste estudo tem como fundamento a modelação de um edifício já construído. Então nesse contexto o LOD 500 é o nível a que se adequa à modelação do edifício do presente estudo e com nível de detalhe máximo,

modelados como construídos na realidade (modelo *as-built*) e precisos em termos de tamanho, forma, localização, quantidade, orientação e com informações não geométricas ligadas aos elementos modelados. No entanto, o detalhe *as-built* refere-se a um modelo final que ainda se encontra em fase de construção, sendo este modelo possuidor de todas as alterações realizadas da fase de projeto para a fase de construção final. Contudo, como este estudo prático tem como base um edifício já construído e em funcionamento, torna-se importante intitular um novo termo para este sistema, referido por (Cerovsek, 2013) como *as-managed*, usado na fase de manutenção e operação do empreendimento. Esta nova designação implica uma atualização no modelo com a informação referente a esta fase, no entanto não implica uma alteração ao nível de detalhe, visto que este já se encontra no nível máximo. Em certos elementos modelados optou-se por não concretizar o nível de detalhe máximo, destes elementos fazem parte os existentes no modelo arquitetónico do *Revit* que incidem na caracterização das várias camadas existentes, como por exemplo, paredes, pisos e coberturas. No entanto, no caso do modelo MEP relativo às instalações mecânicas e hidráulicas, nomeadamente equipamentos e tubagens, considerou-se o nível LOD 500.

### 5.3.1 Arquitetura

A realização do modelo *Revit* Arquitetura foi conseguida através da utilização e da informação disponibilizada pelos serviços da UTP no que diz respeito às plantas de Autocad. O projeto de arquitetura das piscinas de Vila Meã foi realizado pela empresa ARQ 2525 – Arquitetos LDA.

Para a realização do modelo *Revit* do edifício procedeu-se à utilização de uma funcionalidade do *software* *Revit* que permite estabelecer um vínculo entre o modelo 2D do Autocad e o *Revit*. Na figura que se segue está representada a barra de tarefas do *Revit* que permite executar esse vínculo.

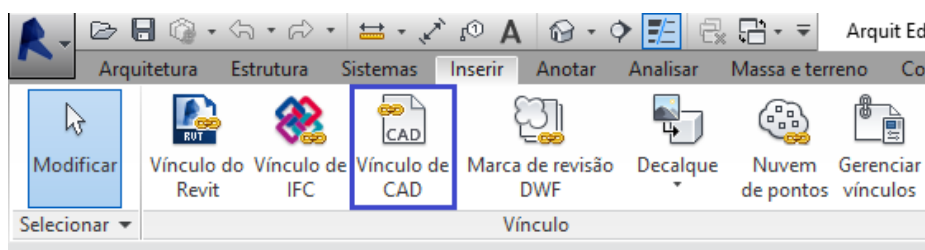


Figura 5.4 – Barra de tarefas com a funcionalidade de inserir vínculos

Ao vincular o modelo 2D do Autocad ao *Revit* vai permitir que o desenho seja mais pormenorizado, na medida em que se sabe onde se posicionam as paredes, assim como a sua espessura e os espaços do edifício. Com o conseqüente desenho “por cima” do modelo Autocad, vai-se criando o modelo em 3D. Com a barra de tarefas destinada à concretização da arquitetura do edifício, através da utilização das

funcionalidades de parede, porta, janela, telhado, piso, entre outras, foi-se modelando o edifício tal como ele é na realidade. Estas funcionalidades tem como função o desenho.

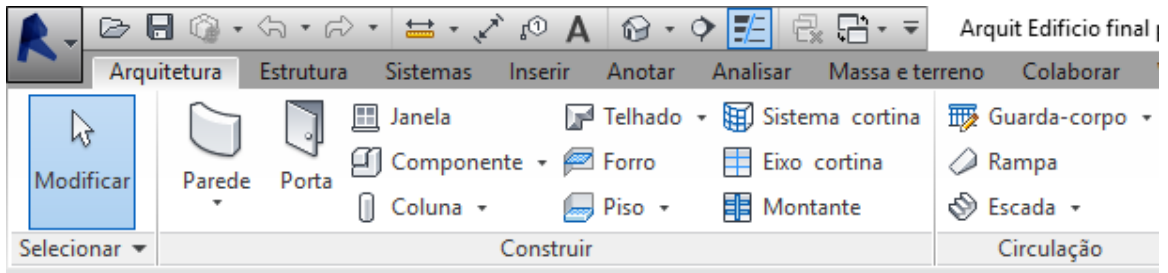


Figura 5.5 – Barra de tarefas referente à Arquitetura

Na criação deste modelo procurou-se simplificar a sua modelação, não tendo em atenção os pormenores relativos aos componentes que constituem as paredes ou pisos ou mesmo tetos, teve-se sim a preocupação da colocação dos pilares mas apenas a título figurativo, visto que o presente trabalho não se centra no tema estrutural. Procurou-se criar o modelo de arquitetura do edifício como forma de obter os espaços físicos do edifício, a sua localização e de forma a se poder identificar os mesmos.

Depois de criado todo o modelo arquitetónico, com recurso às funcionalidades do Revit, o resultado foi o seguinte e ilustrado na figura que se segue.

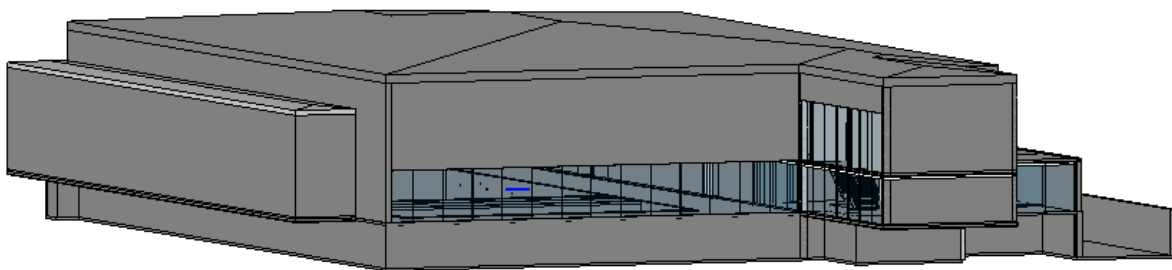
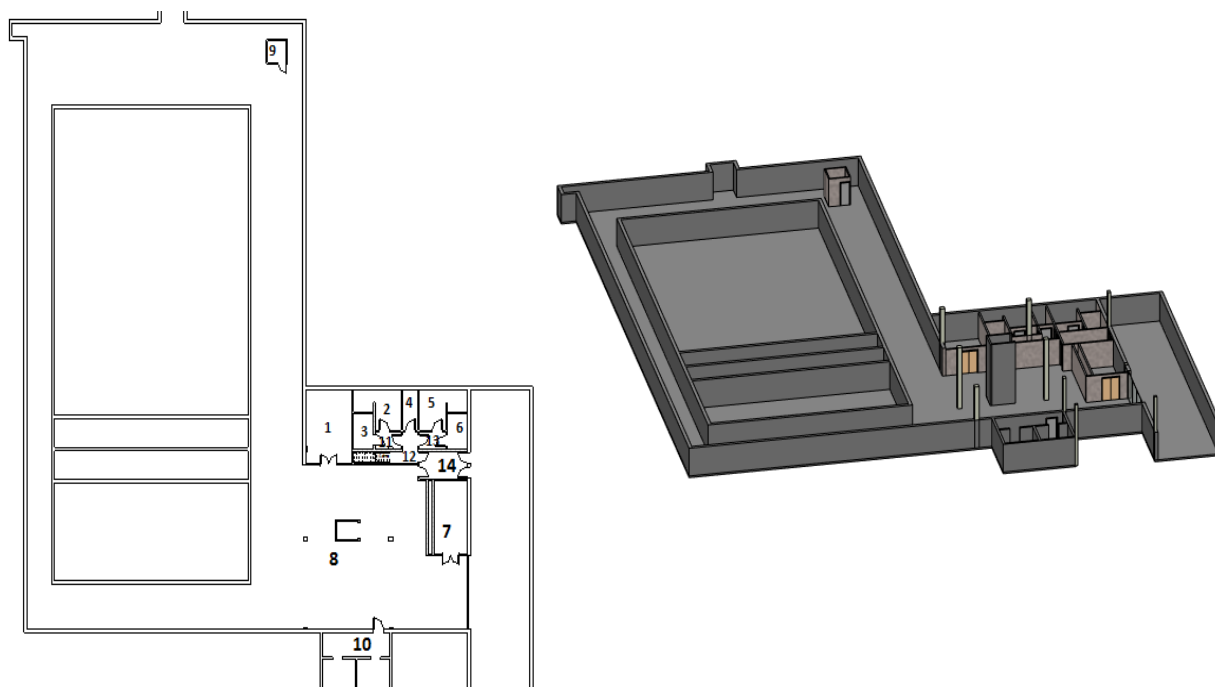


Figura 5.6 – Modelo de arquitetura do edifício Piscina de Vila Meã

Nas figuras que se seguem pode-se observar os espaços relativos ao edifício divididos pelos três pisos do edifício, assim como a localização em plantas dos próprios espaços e designação de acordo com a tabela 5.2.



a) Vista 2D do piso -1

b) Vista 3D do piso -1

Figura 5.7 – Vistas do piso -1 do edifício Piscina Vila Meã

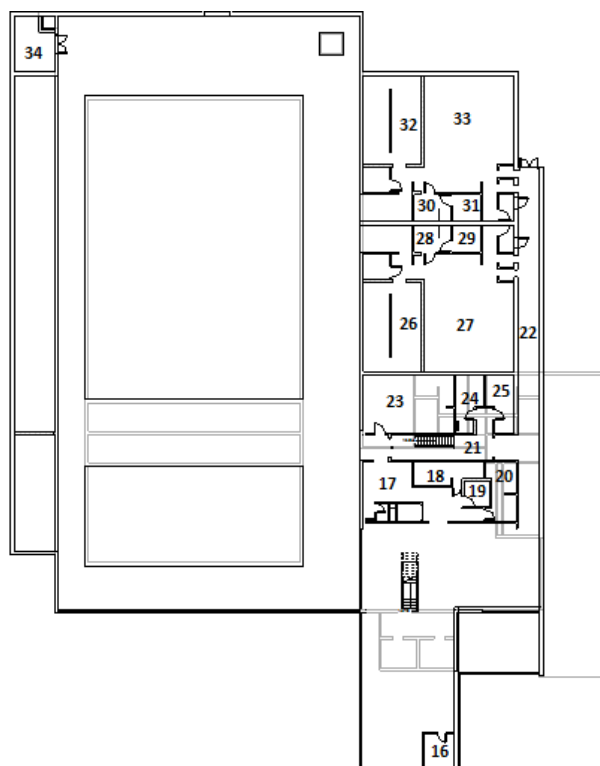


Figura 5.8 – Vista 2D da planta do piso 0 do edifício Piscina Vila Meã

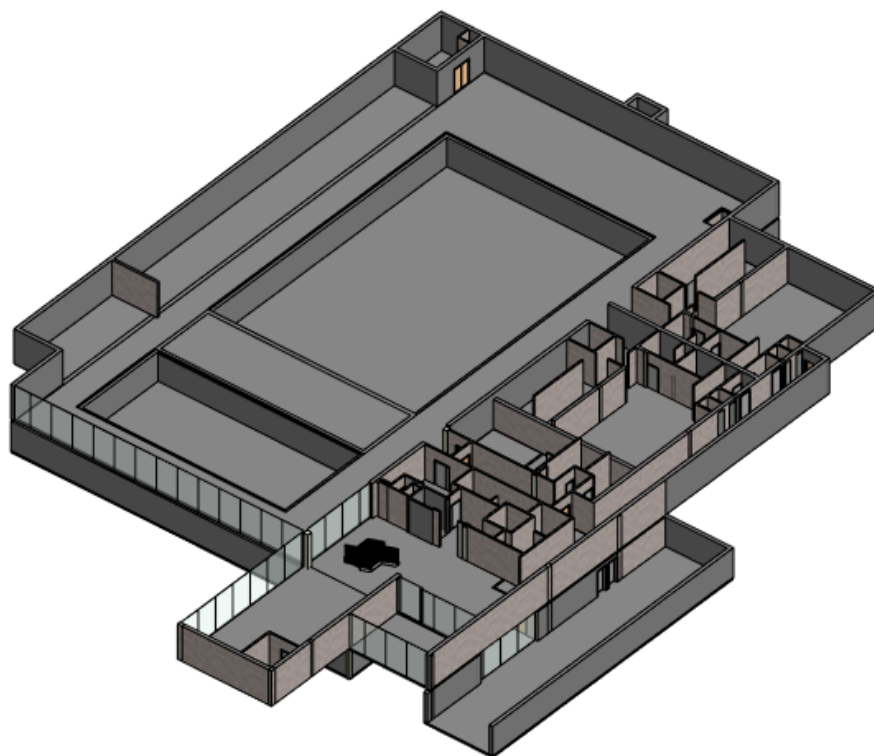


Figura 5.9 – Vista 3D do piso 0 do edifício Piscina Vila Meã

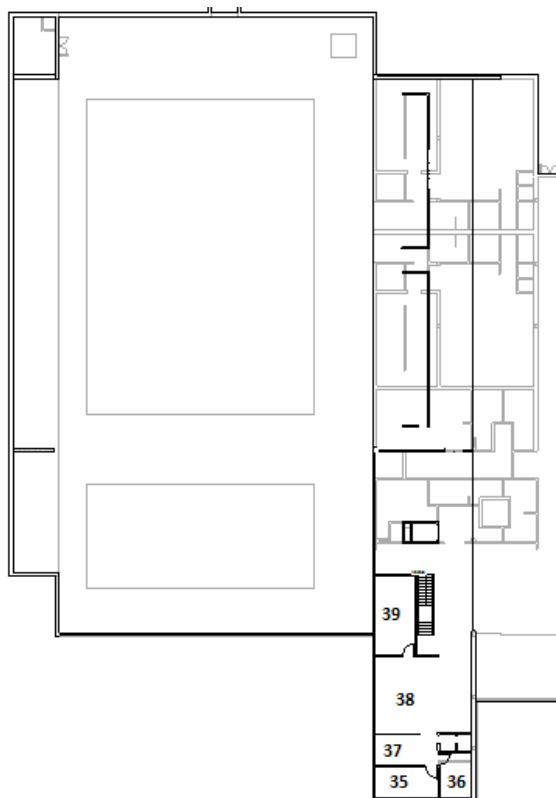


Figura 5.10 – Vista 2D da planta do piso 1 do edifício Piscina Vila Meã



atribuir a localização automática dos equipamentos, que o edifício contenha, a um determinado espaço físico.

### 5.3.2 Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP)

À semelhança do modelo de arquitetura também o modelo MEP teve como base a recolha de informação de plantas de Autocad referentes ao posicionamento dos equipamentos e tubagens. Plantas estas definidas quanto às seguintes especialidades: tratamento de água, AVAC Hidráulica, AVAC de condutas de ar e abastecimento de água. A recolha desta informação não foi fácil na medida em que o projetista não apresentou grande pormenor a nível de cortes para que se pudesse ter uma noção mais específica das cotas e da posição de certas tubagens. Deste modo houve determinadas tubagens em que a sua modelação em termos de cotas possam estar um pouco desajustadas da verdadeira realidade, no entanto, a sua trajetória encontra-se em acordo com a realidade. Para que todo este levantamento se assemelhasse à realidade existente, muitas visitas foram realizadas ao local, assim como desenhos e esboços foram criados, de uma forma um pouco artesanal, para que ao “entrarmos” dentro do modelo Revit MEP se pudesse sentir que se estava realmente no próprio local, e isso foi possível. Outra das contrariedades encontradas foi o facto de alguns equipamentos não estarem posicionados no local em que estava projetado na planta, querendo isto dizer que possivelmente não foram realizadas telas finais relativas à implementação dos equipamentos e respetivas tubagens, por parte da empresa que instalou o sistema. Com isto, o esforço foi significativamente maior na medida em que na observação da planta e na visita ao local o aluno deparou-se com dois sistemas de equipamentos completamente fora dos locais estabelecidos na planta. Um dos sistemas diz respeito ao tratamento de águas do tanque desportivo de dimensão 25,03 X 16,67 (m<sup>2</sup>), nomeadamente, filtros, pré-filtros, permutador de calor, ultra violeta, bombas doseadoras de reagentes e respetivas tubagens. O segundo sistema fora do local estabelecido, diz respeito às eletrobombas de circulação, este talvez o mais complicado derivado à quantidade e cruzamento de tubagens em tão pouco espaço de altura existente.

Todas estas contrariedades levaram a que se utilizasse mais tempo do que aquele previamente estipulado para finalização da modelação.

Para a realização deste modelo, foi portanto necessário um maior número de informação. Este aumento de informação teve como base todas as especialidades modeladas, mas também o acrescido número de equipamentos que todo sistema contém para o funcionamento das várias especialidades. Estes equipamentos apresentam características muito específicas e que na sua maioria ainda não possui a existência de famílias que o represente, de forma a cumprir os parâmetros necessários para corresponder aos pedidos pelo projeto. Um dos exemplos dessa situação é o equipamento relativo à Unidade de

Tratamento de Ar (UTA), que apesar da existência de alguns exemplos na biblioteca do *software*, não existia nenhum que se aproximasse dos utilizados no projeto.

A escassez de famílias levou à necessidade de criar e adaptar determinadas famílias, para que se alcançasse o objetivo de constituir o modelo com os equipamentos existentes em projeto. Com a informação que se recolheu dos equipamentos completou-se algumas das propriedades do produto. Em alguns equipamentos, fez-se o aproveitamento do modelo geométrico do objeto e criou-se novos conectores de tubulação com o diâmetro desejado.

Apesar de se ter efetuado a modelação de todo o edifício, esta será apresentada de uma forma global e sem grande pormenor na descrição dos equipamentos. Irá sim ser apresentado com maior pormenor a parte relativa à especialidade de tratamento de água e os respetivos equipamentos e tubagens.

Na figura que se segue está representado a especialidade relativa ao sistema de AVAC Hidráulico e condutas de ar. Desta especialidade fazem parte equipamentos como: desumidificador, Unidade de tratamento de Ar novo, caldeiras, permutador de calor, acumulador de calor, eletrobombas de circulação, grelhas de insuflação, grelhas de exaustão, grelhas de insuflação do pavimento, e as respetivas condutas de ar e tubagens. Na figura que se segue, as condutas de ar em tom de rosa dizem respeito ao ar de retorno, a azul significa fornecimento de ar e por fim a verde corresponde à exaustão do ar.

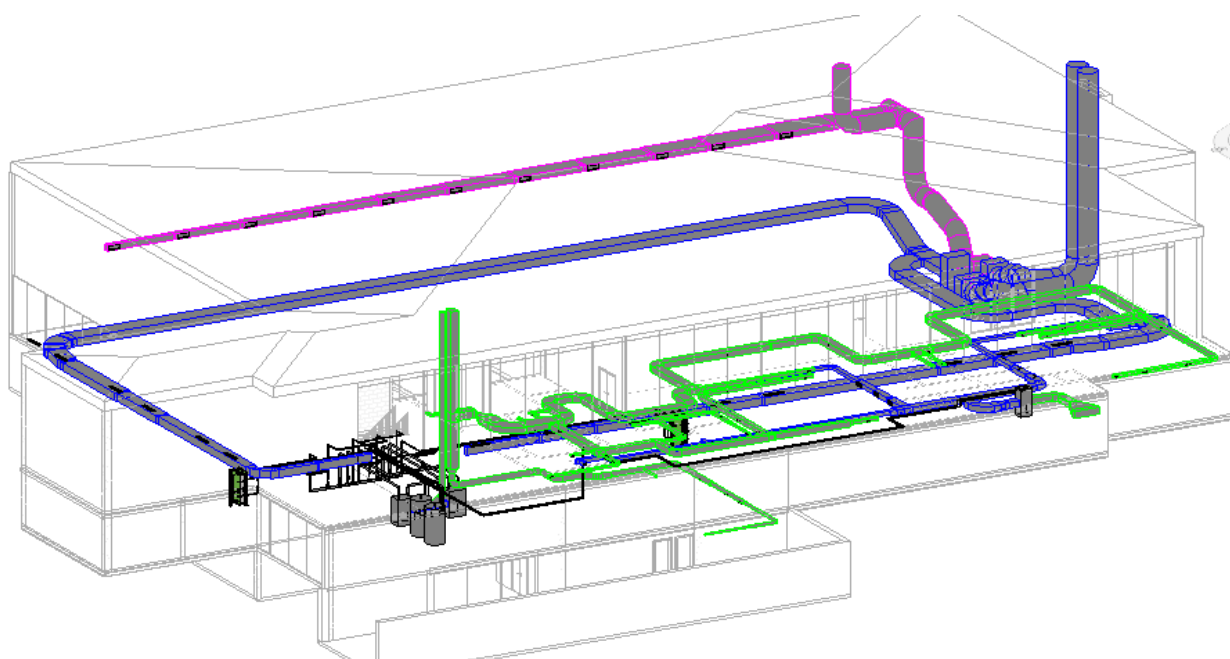


Figura 5.13 – Modelo MEP AVAC

De seguida, podemos visualizar a especialidade referente ao abastecimento de água, onde se pode observar as trajetórias da tubulação referentes à água quente, fria e temperada, e as ligações aos equipamentos sanitários, tais como, chuveiros, sanitas e lavatórios. Verifica-se ainda as tubagens de abastecimento ligadas à piscina, assim como a ligação aos acumuladores.

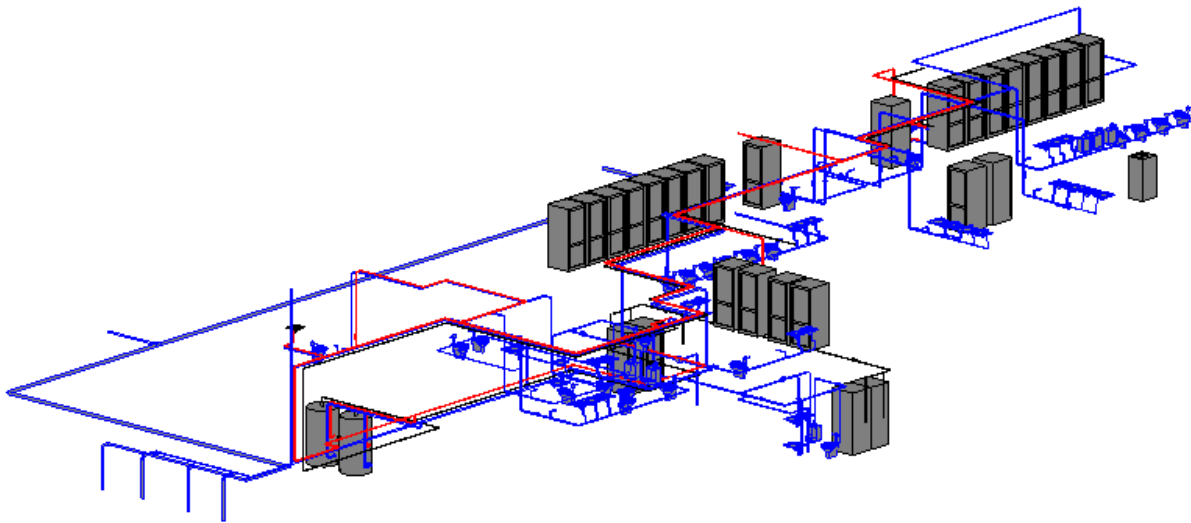


Figura 5.14 – Modelo MEP relativo ao abastecimento de água

Na figura 44 pode-se observar o sistema global do tratamento de água das piscinas, desportiva e de aprendizagem, assim como as respetivas tubagens de impulsão e aspiração da água.

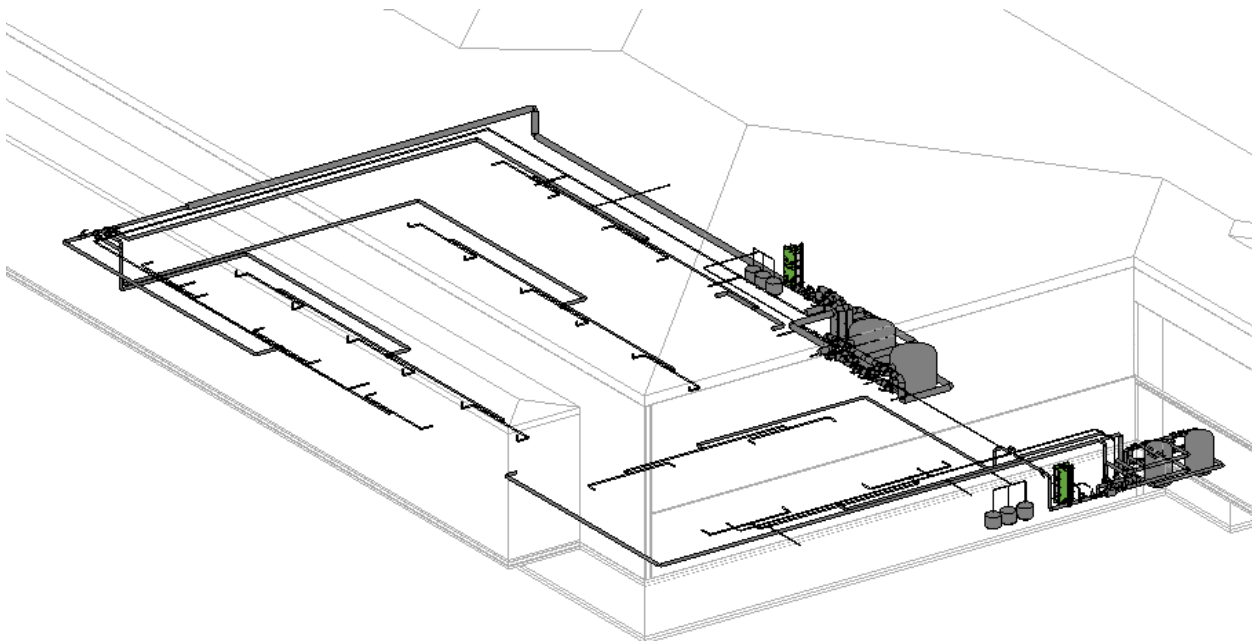


Figura 5.15 – Modelo MEP relativo ao tratamento da água das piscinas

Na figura 5.16 encontra-se representado um pormenor ilustrativo de todos os equipamentos utilizados para o tratamento de água, tais como, os depósitos e respetivas bombas de doseamento de reagentes (floculante, pH e cloro), desinfecção por raios ultra violeta, filtros e pré-filtros.

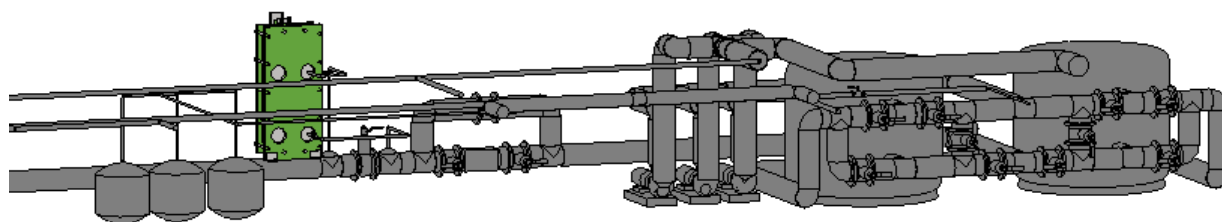


Figura 5.16 – Equipamentos utilizados no tratamento de água

## 5.4 INTEGRAÇÃO REVIT – ARCHIBUS

A exportação ou transferência da informação para o *software* Archibus passou inicialmente pela utilização de um *plug-in*, módulo de extensão, do Archibus no *software* Revit, permitindo a interligação entre os dois *softwares*.

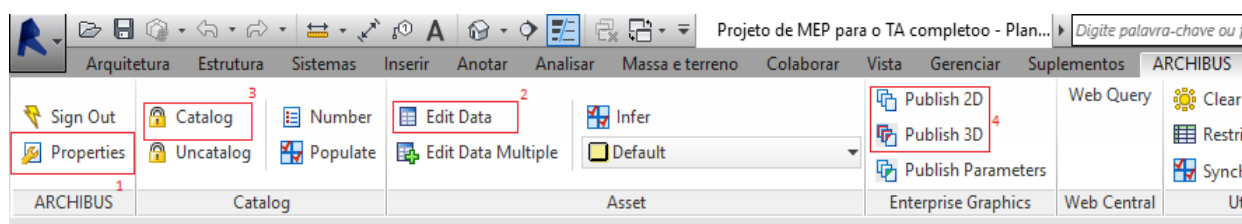


Figura 5.17 – Barra de tarefas da Archibus sob a forma de *Plug-in* no Revit

Dentro deste módulo de extensão existe um painel com várias funcionalidades, das quais se mostram mais úteis, *Properties*, *Catalog*, *Edit Data*, *Publish 2D* e *Publish 3D*. Numa primeira fase a utilização destas funcionalidades é feita no modelo arquitetura do edifício em estudo. Num modelo em que os espaços do edifício estão definidos, seleciona-se a funcionalidade *Properties* (1) que apresenta um painel onde se completa as propriedades do piso, do edifício, as unidades em que se está a trabalhar.

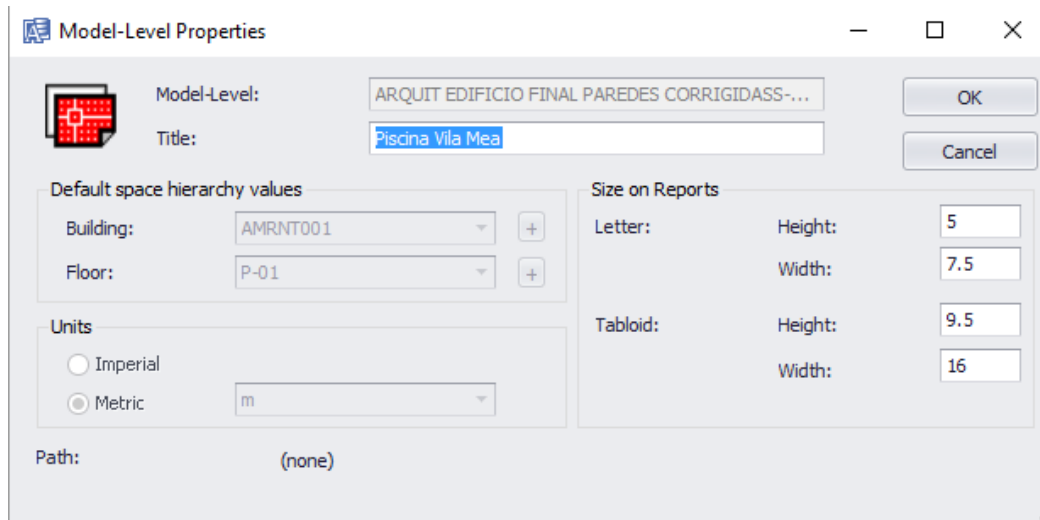


Figura 5.18 – Propriedades do modelo do edifício

O segundo passo, passa por identificar as funcionalidades e características de cada espaço do edifício do modelo arquitetura do Revit, selecionando a funcionalidade *Edit Data* (2) revelando um painel com propriedades como: *Building Code*, *Floor Code*, *Room Code*, *Division Code*, *Department Code*, *Room Category* e *Room type*.

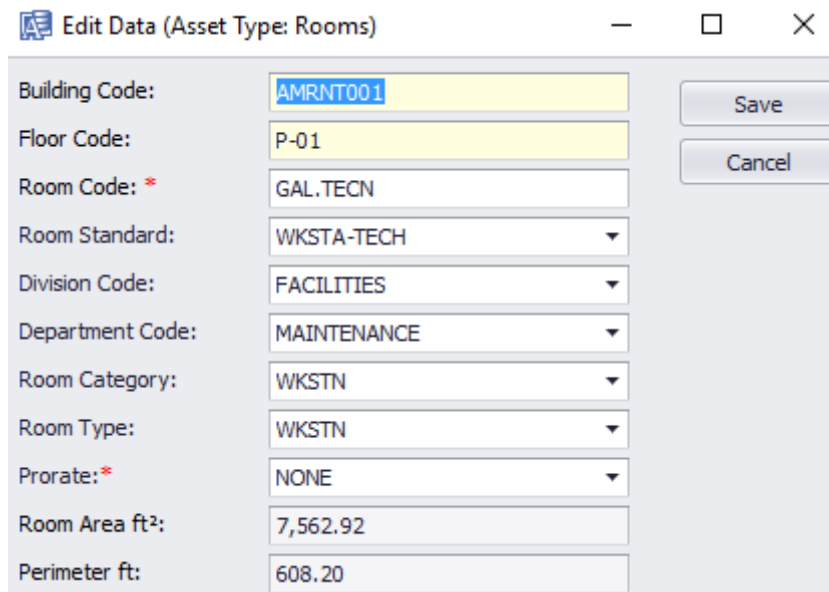


Figura 5.19 – Definição da informação dada aos espaços do edifício

A identificação destes espaços com estas características vai permitir que quando se abrir o modelo *Revit MEP*, selecionar-se um equipamento e escolher-se a ferramenta *Edit Data* aparecerá um painel com as características automaticamente preenchidas, derivado do reconhecimento automático do espaço em que o equipamento está situado. Como se pode observar na figura seguinte, relativo a um equipamento de depósito com bomba de doseamento de reagentes denominado como G\_BD\_CLORO.

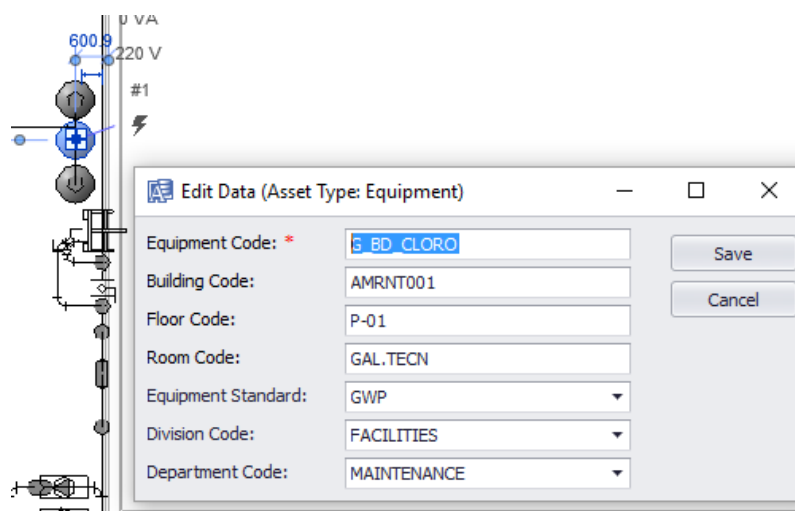


Figura 5.20 – Definição da informação relativo ao equipamento

Como se pode visualizar na figura 5.20, o painel do *Edit Data* referente ao equipamento, encontra-se automaticamente preenchido com a exceção da propriedade referente ao *Equipment Standard*, este foi escolhido de uma lista de equipamentos já existentes e que fazem parte do *software* Archibus. Deste modo, escolheu-se o equipamento com as características mais aproximadas à realidade, neste caso GWP corresponde a SUMP PUMP, que significa bomba de depósito. Em alguns equipamentos não se encontrou equipamento semelhante ao existente na lista da Archibus, então criou-se uma nova denominação. Este assunto vai ser discutido mais à frente.

Estando definido as características relativo aos espaços do edifício e respetivos equipamentos, pode-se agora proceder ao *Catalog* (3), catalogação de tudo o que foi definido, permitindo transferir toda a informação geométrica e não geométrica para o *software* da Archibus.

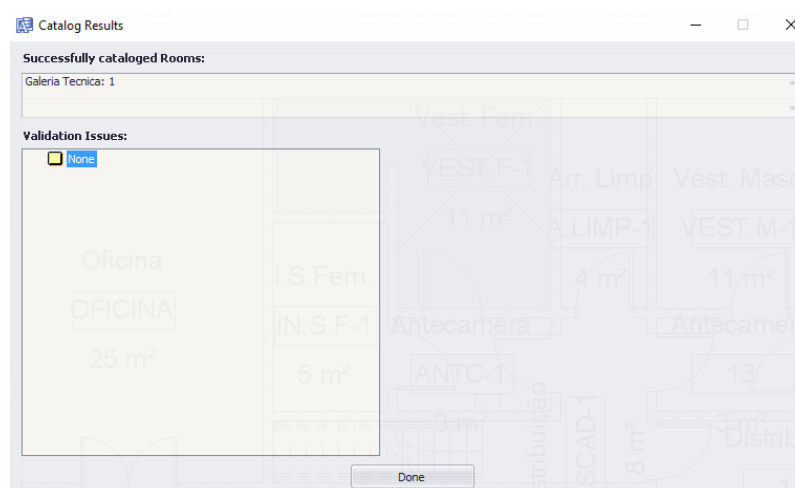


Figura 5.21 – Processo de catalogação da informação

O último procedimento para transferência da informação do Revit para o Archibus, faz parte da publicação geométrica quer dos espaços quer dos equipamentos. Essa exportação é realizada através das

funcionalidades *Published 2D* e *Published 3D*. Pode-se então observar nas figuras seguintes o modelo 2D e 3D dispostos no Archibus. Verifica-se que apresentação das três plantas dos três pisos do edifício, assim como a área, a funcionalidade do espaço, as categorias dos espaços.

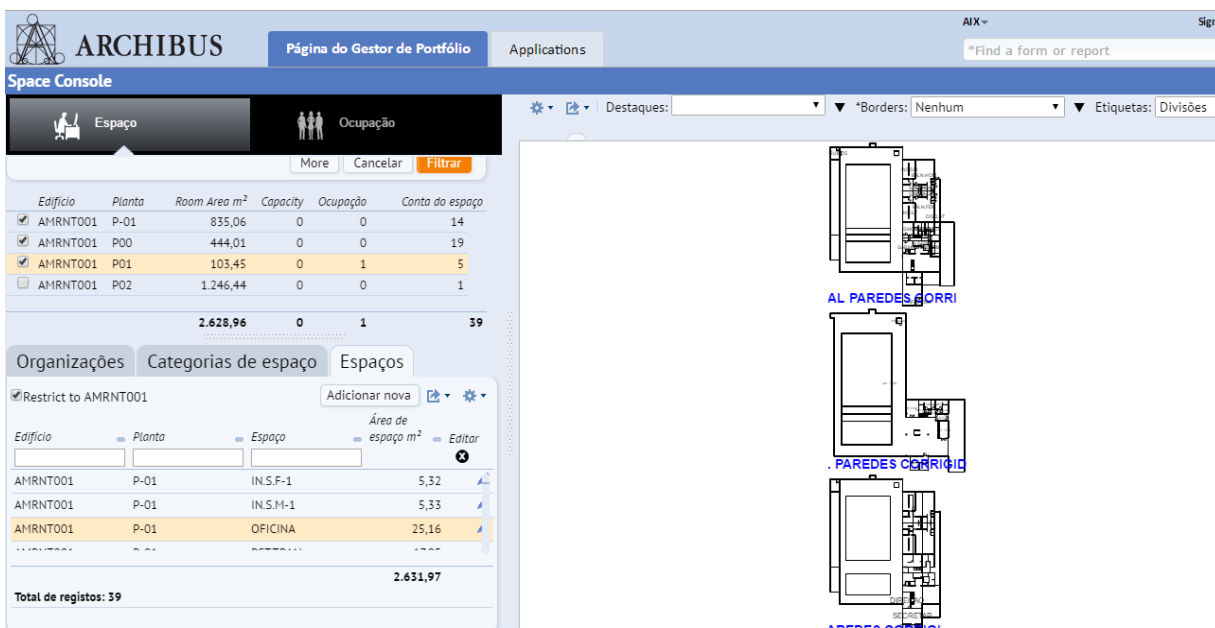


Figura 5.22 – Painel de apresentação dos espaços do edifício Piscina de Vila Meã

Na figura 5.23 pode-se visualizar o edifício em modelo 3D, apresentando uma janela de detalhe quando selecionada o espaço físico desejado, neste caso a galeria técnica, que está situado no piso -1, de código de espaço GAL.TECN, com um padrão de espaço referente a uma estação de trabalho técnico pertencente à divisão de instalações do departamento de manutenção.

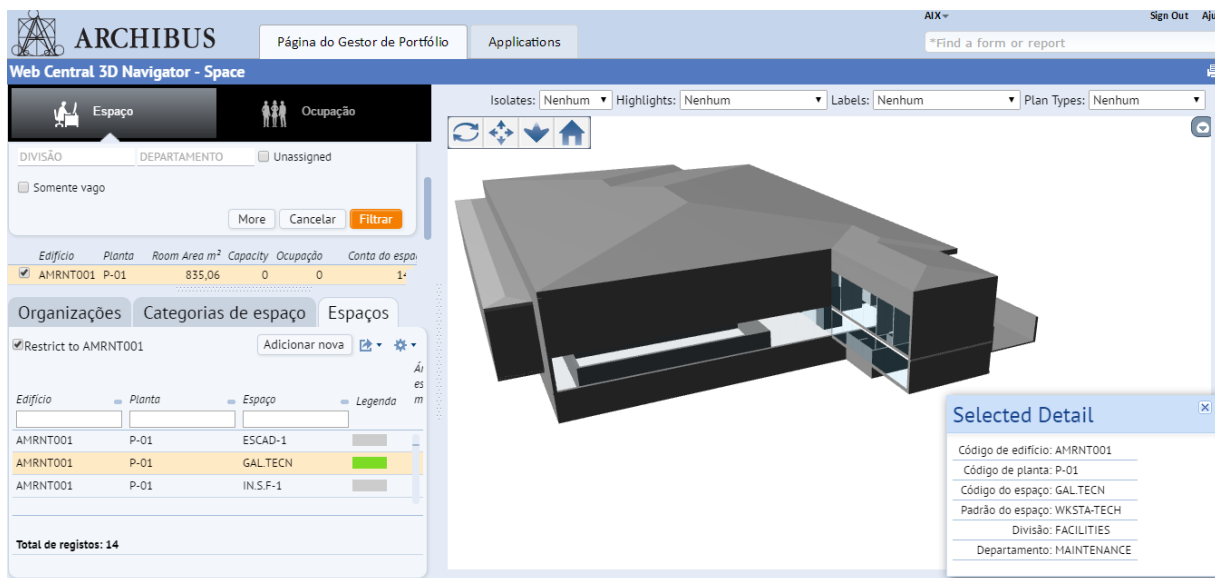


Figura 5.23 – Painel dos espaços em modelo 3D

## 5.5 PLANO DE MANUTENÇÃO

Segundo (Silva, 2013) citando a norma EN 13306:2010, a manutenção é a combinação de todas as atividades de gestão que determinam objetivos de manutenção, estratégias e responsabilidades através de planos de manutenção, controlo da manutenção, bem como a sua melhoria em atividades de manutenção e económicas.

A manutenção torna-se eficiente quando os meios humanos e materiais se enquadram no tipo de equipamentos e dos edifícios que o constituem. Deverá assim existir um conjunto de funções que possam garantir uma execução, o mais eficiente possível, de todas as ações de manutenção que são realizadas, garantindo uma melhor organização e programação de tarefas, um planeamento mais rigoroso, um controlo de custos e uma melhor gestão de todo o tipo de trabalhos.

O presente trabalho centra-se na programação do plano de manutenção preventiva e corretiva com especial atenção para os equipamentos de tratamento da água, assim como as operações de manutenção dos mesmos. O modelo de manutenção deve garantir um sistema que seja flexível e que possa ser organizado e alterado consoante possíveis variáveis que possam ser alteradas ou pormenores acrescentados.

As ações de manutenção do tratamento da água das piscinas assim como a sua qualidade regem-se segundo o (Decreto-Lei nº 65/97, 1997) que corresponde ao Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos com Diversões Aquáticas e pela (Diretiva CNQ nº 23/93, 1993) referente à qualidade das piscinas de uso público.

Os utentes do edifício piscinas de Vila Meã apresentam as mais variadas idades, assim como a prática frequente de áreas desportivo aquáticas, que vão desde provas estabelecidas pela Associação de Natação do Norte de Portugal (ANNP). Provas estas, que envolvem competições nacionais de polo aquático, encontro de técnicas combinadas, com a participação de centenas de jovens atletas de idades entre os 8 e os 16 anos. Para além desta vertente de alta competição, há ainda um outro segmento didático, terapêutico e de lazer, que diz respeito a aulas de natação, hidroginástica, para pessoas de todas as idades. Com todas estas vertentes de utilização das piscinas torna-se cada vez mais exigente o seu bom funcionamento e tendo em especial atenção a melhoria contínua da qualidade da água com interesse na saúde pública dos seus utentes.

### 5.5.1 Água

Nas piscinas estão presentes os mais variados perigos associados ao ser humano. Estes perigos podem ser de ordem física, química e biológica, e que de alguma forma podem afetar a saúde pública em maior ou menor grau. Entre os perigos físicos encontram-se o afogamento, lesões, acidentes por queda ou perda

de equilíbrio e cortes. Nos perigos químicos estão as substâncias adicionadas ao tratamento da água ou produtos que possam ser usados pelos utilizadores da piscina. Por fim os perigos biológicos identificam-se as bactérias, fungos, protozoários, (seres vivos unicelulares e eucariontes, possuem núcleo individualizado, envolvido por membrana e habitam nos mais variados tipos de ambiente) e vírus.

Os perigos físicos podem ocorrer acidentalmente por descuido dos utilizadores da piscina e na maioria das vezes podem ser evitados. Os perigos químicos podem ocorrer com maior frequência devido ao mau funcionamento dos equipamentos de tratamento de água ou por falta de prática do operador de tratamento de água. Também o mau doseamento das substâncias necessárias ao tratamento da água e pelo facto dos utilizadores da piscina poderem usar substâncias como bronzeadores, cremes, gel e outros produtos de higiene pessoal e entrarem diretamente na água sem passar por um chuveiro, pode causar algum risco aos restantes utilizadores. A presença de microrganismos biológicos podem causar doenças aos utilizadores, se estes estiverem expostos por demasiado tempo ou se a sua presença for elevada.

Os produtos químicos colocados no tratamento da água também podem causar algumas patologias como irritação das vias respiratórias e mucosas assim como irritação nos olhos, dependendo do organismo de cada utilizador e a sua sensibilidade ou resistência.

Os processos de tratamento efetuados à água da piscina são químicos e físicos. Assim sendo torna-se necessário explicar um pouco sobre a importância da introdução de certos elementos, tais como, cloro, floculante e pH, e a sua reação perante o cenário do tratamento de água.

### **pH**

O pH é um fator muito importante, uma vez que influencia a ação desinfetante do cloro, o conforto dos banhistas e o estado da instalação da piscina. Este indica a acidez ou a alcalinidade da água. Na piscina deve-se manter ajustado e entre os valores de 7,2 a 7,6. Este intervalo de pH, além de conservar a instalação em ótimas condições, é o ideal para a pele e olhos dos utilizadores. Não é aconselhável ter o pH desajustado, uma vez que se este for superior a 7,6, o desinfetante perde o seu efeito, dando origem à formação de incrustações e, inclusivamente, provoca alterações no comportamento do sistema de filtragem. Com o pH apresentando valores altos, o consumo de cloro multiplica-se. No caso pH com níveis baixos, inferiores a 7,2 podem produzir-se corrosões nas partes metálicas da instalação assim como irritações nos olhos dos banhistas.

### **Cloro**

A água, mesmo estando clara e transparente, pode conter no seu interior bactérias e vírus transmissores de doenças e infeções. Assim, é necessário desinfetá-la, com o objetivo de eliminar todos os microrganismos presentes. Ao juntar cloro na água da piscina, parte deste é consumido ao destruir os contaminadores que encontram na água, o restante permanece na água como cloro residual, preparado

para atuar contra todos os novos contaminadores que são introduzidos na piscina através dos banhistas. Para assegurar uma boa desinfecção da água da piscina, o cloro deve situar-se entre valores de 0,6 a 1,5 ppm (mg/L). O consumo de cloro varia com a temperatura, a incidência solar, a quantidade de banhistas, a poluição, etc. Por estas razões é necessário proceder regularmente à sua análise.

### **Floculante**

O floculante é um produto químico destinado agrupar todas as micropartículas de sujidade que tornam a água turva e a água colorida (provocada pela existência de sais de ferro, manganês e/ou cobre, consoante a água utilizada no enchimento da piscina). Após a utilização deste produto deve-se aguardar 10 horas para que a floculação ocorra e proceder à aspiração do fundo com a eliminação da água aspirada.

Dada a importância de todos estes fatores relacionados com a utilização das piscinas, torna-se necessário ter algum conhecimento dos produtos e processos de tratamento realizados às piscinas. Estes podem ser de ordem química e física.

Os tratamentos físicos implicam:

- **Recirculação da água** – O sistema de tratamento da água é contínuo, o que permite uma recirculação permanente de todo o volume de água;
- **Reposição da água** – Como meio de regeneração complementar da água, procura-se assegurar uma reposição diária de água nova na proporção mínima de 2%, do volume de cada tanque, respeitando a alínea c) do artigo 32, do Decreto Regulamentar nº5/97;
- **Renovação da água** – A renovação de água da piscina é feita diariamente, aquando da lavagem dos filtros, através da passagem pelos tanques de compensação, de acordo com o nº2 do Artigo 33 do Decreto Regulamentar nº5/97;
- **Filtração da água** – A filtração da água inicia-se com a ação dos pré-filtros, onde ficam retidas as partículas mais grosseiras presentes na água. Os filtros de areia retêm as partículas de menores dimensões em suspensão;
- **Aspiração das piscinas** – A aspiração das piscinas é feita por ação de robots automáticos, podendo também ser efetuada manualmente. Cada tanque deve ser aspirado no mínimo três vezes por semana;
- **Limpeza das cubas** – A limpeza das cubas onde são preparadas as soluções de cloro, floculante e corretor de pH, são cuidadosamente lavadas mensalmente.

Quanto aos tratamentos químicos aplicados ao tratamento de água envolvem duas fases, uma primeira relacionada com desinfecção da água e uma segunda fase correspondente ao controlo e regulação das suas características.

- **Desinfeção da água** – A desinfeção da água é efetuada através do hipoclorito de sódio e/ou do cloro 60. Nas tabelas que se seguem estão resumidas as vantagens e desvantagens da utilização destes desinfetantes.

Tabela 5.4 – Identificação das principais vantagens e desvantagens do uso de hipoclorito de sódio

| Hipoclorito de Sódio |  |
|----------------------|--|
| Vantagens            | Baixo custo;                                   |
|                      | Libertação rápida de HClO (ácido hipocloroso); |
|                      | Pode ser utilizado para tratamento de choque.  |
| Desvantagens         | Baixos níveis de cloro (10-15 %);              |
|                      | Corrosivo para os equipamentos;                |
|                      | Aumenta o pH;                                  |
|                      | Difícil manuseamento;                          |
|                      | Origina a formação de trihalometanos           |

Tabela 5.5 – Identificação das principais vantagens e inconvenientes do cloro 60

| Cloro 60     |   |
|--------------|---|
| Vantagens    | Garante elevada ação desinfetante;              |
|              | Fácil de manipular e armazenar;                 |
|              | Determinação fácil da sua concentração na água; |
|              | Estável com a radiação solar;                   |
|              | Serve de complemento de outros tratamentos;     |
|              | Não induz incrustações;                         |
|              | Fraca variação no pH.                           |
| Desvantagens | Aumentam o nível de ácido isocianúrico;         |
|              | Custo relativamente elevado.                    |

O reforço de desinfeção efetua-se ao sábado, com o cloro 60 ou hipoclorito (mais agressivo), este tipo de cloro contém 65% de cloro ativo, dissolve-se bem em água, também por isso denominado cloro rápido. O uso destes desinfetantes não dispensa de forma alguma o tratamento da água com outros produtos químicos. Assim, a piscina para garantir a qualidade da água efetua ainda outros tratamentos complementares:

- **Algicida** – O tratamento com algicida tem como objetivo a destruição de algas que, eventualmente se possam formar. O desenvolvimento de algas é muito intenso quando estão reunidas as condições ideais: luz, temperaturas elevadas, matéria orgânica, presença de nutrientes. A formação de algas provoca, água verde ou outras colorações, solo e paredes resvaladiças, cheiros e sabores desagradáveis resultantes da sua decomposição. É relevante salientar a existência de algas que são resistentes ao efeito do cloro pelo que se torna imprescindível o uso de algicida. O algicida é aplicado ao sábado, após o encerramento e a limpeza dos filtros.
- **Floculante** – Devido à presença de partículas coloidais (substâncias que não se separam sob a ação de gravidade, mas é possível usando filtros extremamente finos ou centrifugadoras extremamente potentes) em suspensão na água, torna-se imprescindível o uso de floculante, uma vez que os filtros de areia são incapazes de as reter. A sua ação elimina a turbidez da água, pois devido às suas características, agrega as partículas de reduzido tamanho, formando flocos e tornando-as mais pesadas e de maior dimensão, o que permite a sua retenção nos filtros de areia ou precipitação no fundo da piscina. O floculante é aplicado diariamente, com recurso a uma bomba doseadora.

### **Controlo da qualidade da água**

O controlo analítico da qualidade da água da piscina é efetuado por um laboratório externo e acreditado, segundo as normas em vigor. Este controlo diz respeito às análises físico-químicas e bacteriológicas que, segundo o artigo 35º do Decreto Regulamentar nº 5/97, de 31 de Março, são efetuadas 2 vezes por mês, com intervalo de 15 dias.

Em conformidade com o nº4 do artigo 36º do mesmo Decreto, os resultados das análises laboratoriais, são afixados à entrada da piscina, de forma visível a todos os utentes.

Segundo o nº1 do artigo 35º do referido Decreto, as determinações dos índices de cloro livre, pH e da turvação, são realizados pelo menos quatro vezes ao dia e afixados em local visível a todos os utentes, assim como os valores de temperatura ambiente, temperatura da água das piscinas e da humidade relativa. O registo dos resultados relativos às análises efetuadas diariamente, para as piscinas, assim como o registo de qualquer tipo de ocorrências envolvendo intervenções no sistema de tratamento, são efetuadas nos Livros de Registos do Controlo da Água, previamente paginados e visados pela autoridade competente – Delegada de Saúde do Concelho de Amarante – em conformidade com o nº1 do Artigo 36º do Decreto Regulamentar nº 5/97.

O controlo da qualidade da água da piscina é também efetuado pela Autoridade de Saúde, enquadrando-se no âmbito do Decreto Regulamentar nº5/97, de 31 de Março. O exercício de Vigilância Sanitária envolve um conjunto de ações de fiscalização de carácter periódico, sob responsabilidade da Administração Regional de Saúde do Norte – Delegação de Saúde de Amarante, designado por “Programa de Vigilância Sanitária da Qualidade da Água de Piscinas de Utilização Coletiva” – PVSPUC, com o objetivo de identificar e avaliar possíveis fatores de risco ou potenciais para a saúde pública, associados à qualidade da água.

### **Controlo dos parâmetros físico-químicos**

Os parâmetros de qualidade devem ser medidos com frequência, dada a sua importância e face à facilidade e economia da sua determinação. A partir deste controlo, são englobados procedimentos, tais como:

- Medir, controlar e ajustar o pH e o teor de desinfetante (cloro);
- Transparência da água;
- Temperatura.

### **Medir, controlar e ajustar o pH**

O pH é a medida de acidez ou basicidade da água. O controlo do pH da água da piscina é essencial para assegurar a eficiência dos processos de floculação e desinfecção, assim como reduzir a deterioração das componentes do sistema de tratamento, devendo situar-se entre 7,0 a 8,0. Embora o ideal seja entre 7,2 a 7,6, visto que só neste intervalo se pode garantir a eficácia do poder desinfetante do cloro sem afetar os equipamentos que constituem a instalação.

Situações em que os valores de pH são inferiores aos ideais, pode provocar irritação nos olhos, mucosas e na pele; provoca o aumento da corrosão das partes metálicas; pode provocar deterioração do tanque da piscina; provoca coloração da água.

Quanto a valores que superam os valores ideais do pH, apresenta como consequências, a perda de parte da eficiência do desinfetante; redução da velocidade de filtração; favorece o aumento de turvação e implica um maior consumo de desinfetante; provoca a formação de incrustações.

### **Medir o pH**

O grau de eficácia do tratamento e a qualidade química da água depende em grande medida do pH. Esta medida é realizada através de um dispositivo designado por fotómetro digital que por determinação direta através da adição do reagente específico – *phenol red photometer*.

### **Ajustar e controlar o pH**

- A regulação do pH é feita através de uma solução alcalina ou ácida de forma a manter os valores de pH dentro dos parâmetros definidos;
- Se o pH da água estiver acima de 8,0 deverá ser adicionado um produto com funções de minorar o pH;
- Se o pH da água estiver abaixo de 7,0 deverá ser adicionado incrementador de pH;
- As quantidades a adicionar estão descritas nos rótulos das embalagens ou nas fichas técnicas dos respetivos produtos e nas folhas dos produtos;
- O tratamento de manutenção é efetuado em contínuo com uma solução doseada a toda a massa de água através de uma bomba equipada com uma sonda (elétrodo de pH) e medidor de pH;
- Com frequência deve proceder-se à aferição da bomba e verificar a necessidade de calibração do respetivo elétrodo de forma a manter o pH que se pretende trabalhar;
- A calibração dos elérodos de pH deve ser efetuada sempre que se verifique ser necessário, através de uma solução padrão específica. Na calibração dos elérodos deve ser seguido o protocolo de calibração;
- Os recipientes onde são preparadas as soluções de pH, devem ser convenientemente lavadas de acordo com o programa de manutenção.

Deve ter-se em consideração que o cloro residual mínimo necessário para manter o poder desinfetante nas piscinas em função do pH da água, como está demonstrado na tabela seguinte.

Tabela 5.6 – Variação do pH da água com o teor de cloro residual livre

| pH                   | 7,00 | 7,40 | 7,70 | 7,90 |
|----------------------|------|------|------|------|
| Cloro Residual livre | 0,50 | 0,70 | 1,00 | 1,80 |

Pelo facto da piscina ser pública e com forte presença de população escolar, é recomendável trabalhar com valores de pH próximos de 7,4 e teor de cloro livre na ordem de 1,20 a 1,50, ou seja em ligeiro excesso.

#### **Medir, controlar e ajustar o teor de desinfetante (cloro)**

A água, mesmo estando clara e transparente, pode conter bactérias e vírus transmissores de doenças e infeções. Para os eliminar é necessário uma quantidade de cloro que atue sob a forma de ácido hipocloroso (HClO – fórmula química e apresenta propriedades desinfetantes). Ao adicionar cloro na água parte deste é consumido imediatamente, ao destruir os contaminantes presentes. O restante permanece

na água como cloro residual, preparado para atuar contra novos contaminantes que se introduzam novamente na água através dos banhistas ou por qualquer outro meio.

O valor de cloro residual deve ser mantido entre 0,5 a 1,2 mg/l com pH de 7 a 7,4 e 1 a 2 mg/l para 7,4 a 8 (Quadro 1 do Anexo 2 do Decreto Regulamentar nº 5/97). A concentração de cloro residual necessário para manter a qualidade microbiológica da água varia com o tipo de tratamento utilizado, características químicas da água, qualidade da filtração, número de banhistas, temperatura da água.

A ação do cloro baseia-se na inativação das reações enzimáticas vitais para os microrganismos e na destruição de paredes celulares. O ácido hipocloroso combina-se com os componentes azotados presentes na água originando as cloraminas. Estes compostos têm um poder desinfetante muito reduzido e possuem o grande inconveniente de provocarem além do “cheiro a cloro”, irritação dos olhos e mucosas. A concentração em ácido hipocloroso constitui o chamado cloro residual livre. O restante cloro que se encontra em compostos orgânicos, como as cloraminas, denominam-se de cloro residual combinado.

Assim,

**Cloro residual total = Cloro residual livre + Cloro residual combinado**

Segundo o Decreto Regulamentar nº 5/97, de 31 de Março no Anexo 2, considera o limite de cloro residual combinado tem de ser inferior a 0,6 mg/l.

#### **Medir o teor de cloro**

O cloro residual da água da piscina pode ser medido através de um Colorímetro (instrumento que caracteriza amostras coloridas para obter uma medida objetiva das características da cor), através do reagente específico – *DPD1 rapid*; e pelo dispositivo fotómetro digital, através da adição do reagente específico – *DPD1 photometer*.

#### **Ajustar e controlar o teor de cloro**

- Quando o teor de cloro residual livre presente na água for inferior a 0,5 mg/l de Cl<sub>2</sub> deverá ser adicionado cloro em quantidade adequada;
- A solução de cloro a ser doseada para a massa de água deve ser preparada em conformidade com as fichas técnicas e de segurança do produto;
- Os recipientes onde é preparada a solução de cloro a ser doseada, deve ser convenientemente lavada de acordo com o plano de manutenção;
- A calibração dos eléctrodos de redox deve ser efetuada sempre que se verifique ser necessário;
- Na calibração dos eléctrodos deve ser seguido o protocolo de calibração.

### **Ácido isocianúrico**

Segundo o Decreto Regulamentar nº5/97, de 31 de Março e o estipulado no artigo 34º e no Anexo 2 quadro 2 referente a concentrações residuais para produtos não clorados, que diz existir um valor máximo estipulado de 75 mg/l.

$$\text{Ácido isocianúrico} = \text{Valor determinado pelo fotómetro}/2$$

A sua medição é realizada através do dispositivo fotómetro digital, com recurso à adição do reagente específico – CYS

### **Transparência da água**

A cor e a transparência da água podem ser observadas visualmente. No entanto, para aumentar a transparência e facilitar a ação dos elementos filtrantes (filtros de areia), faz-se uso, com regularidade, da adição de floculante, por dosagem a toda a massa de água. Através das suas propriedades químicas, o floculante aumenta a dimensão das partículas permitindo com mais facilidade a sua retenção nos filtros ou, pelo conseqüente aumento de peso, a sua deposição no fundo do tanque permitindo a posterior aspiração.

As medidas tomadas para ajustar e controlar a transparência da água, são:

- A transparência da água é mantida doseando floculante, com frequência, a toda a massa de água;
- Quando, observando visualmente, se verificar que a água está turva deve ser feita uma floculação de superfície sem a presença de banhistas na água. As quantidades a adicionar devem ser adequadas tendo em consideração o teor de cloro e o pH.

### **Temperatura**

A temperatura da água das piscinas é determinada através de um termómetro digital. Quanto à temperatura ambiente pode ser determinada à altura normal de uma pessoa (entre 1,5 a 2 metros), ou pode no sistema ser lida diretamente no visor na central de ventilação.

### **5.5.2 Equipamentos**

A manutenção dos equipamentos torna-se um fator de relativa importância na ótica do plano de manutenção com particular incidência na qualidade da água. Considerando a fácil transmissão de doenças por micro-organismos patogénicos introduzidos pelos utentes, principalmente através da pele, saliva, urina e fezes, em que as mucosas e pele, apresentam uma menor resistência devido a imersões prolongadas e ao atrito com a água, a boa qualidade desta é essencial para evitar contaminações. A desinfecção é a etapa mais importante porque estão em causa valores no âmbito da Saúde Pública. Torna-se importante falar de uma forma genérica de como se processa o tratamento de água da piscina. Este

processo de tratamentos efetuados à água da piscina são químicos e físicos e estão divididos em várias etapas:

- Segundo o nº1 do artigo 31º do decreto regulamentar nº5/97, diz que a água de alimentação dos tanques tem de ser potável, devendo ser proveniente de uma rede pública de abastecimento, ou, caso tal não seja possível, deve ser obtida autorização emitida pelos organismos de tutela da saúde e da gestão dos recursos hídricos. Esta água entra no sistema através dos tanques de compensação, que têm como função garantir o nível adequado de água na piscina;
- Os pré-filtros são os primeiros elementos do sistema de depuração sendo parte integrante das bombas, estando montados na aspiração. Têm como função a retenção de substâncias fibrosas, como cabelos, restos de tecido, entre outros. O sistema de depuração visa a separação e redução, sem eliminar totalmente os poluentes;
- As bombas são o meio mecânico que permite a circulação da água em todo o sistema, aspirando-a do tanque de compensação e impulsionando-a para a piscina através dos difusores, depois de a fazer passar pelos filtros de areia;
- Os filtros de areia são recipientes fechados, funcionam em pressão, com leito filtrante em areia, capaz de reter partículas em suspensão, mantendo assim a água clara. A forma utilizada para reter as partículas de menores dimensões, consiste em adicionar floculante, antes da passagem pelos filtros, pois a sua ação das partículas, juntando-as, permitindo a sua retenção nos filtros;
- Os permutadores de calor por placas aquecem a água depois de passarem pelos filtros de areia;
- Segue-se o processo de tratamento da água por ação do sistema de ultravioletas os micro-organismos que afetam a pureza da água podem ser inativados por destruição das ligações entre os diversos componentes do ADN (pares de base do ADN, Adenina-Timina, Guanina-Citosina), sendo as ligações entre estes dois pares assegurada por fronteira de hidrogénio. Genericamente, a luz ultravioleta gerada pela radiação das lâmpadas, rompe a fronteira de hidrogénio, fazendo com que cada uma das bases se feche em si própria, danificando irremediavelmente o ADN;
- Por último é feita a adição, por injeção, do desinfetante, corretor de pH e floculante, quando necessário. O grande benefício da utilização das sondas doseadoras de pH/Cloro, reside no facto de evitar contínuos acertos, uma vez que o sistema eletrónico de auto-regulação proporciona uma proteção residual acrescida (desinfeção permanente) e uma constante ação anti-microbiana;
- A introdução de água nas piscinas é efetuada por difusores de fundo, garantindo a sua homogeneização na massa global;

- A recirculação permanente permite a continuidade do tratamento por repetição dos passos anteriormente descritos.

Tabela 5.7 – Características inerentes ao fabrico e funcionamento do equipamento

| Tanque Desportivo                  |                                     |                                |               |  |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------------|--|
| Equipamento                        | Fabricante/Fornecedor               | Manutenção Preventiva          |               |  |
|                                    |                                     | Operações                      | Periodicidade | Responsável                                    |
| Termómetro                         | Hanna Instruments                   | Verificar funcionamento        | Semanal       | Operador                                       |
|                                    |                                     | Calibrar com outro equipamento | Trimestral    | Responsável pelo controlo da qualidade da água |
| Fotómetro                          | Lovibond                            | Verificar funcionamento        | Semanal       | Operador                                       |
|                                    |                                     | Calibração                     | Anual         | Fornecedor                                     |
| Filtro 1                           | Kripsol (nº de série - 6,65113)     | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Filtro 2                           | Kripsol (nº de série - 6,70719)     | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Pré-Filtro com bomba 1             | Kripsol (tipo KRF750)               | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Pré-Filtro com bomba 2             | Kripsol (tipo KRF750)               | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Pré-Filtro com bomba 3             | Kripsol (tipo KRF750)               | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Lâmpada ultra violeta              | Seko Iberica (Modelo - SMP 20)      | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Bomba Doseadora de Cloro           | Teckno EVO (Modelo AKL 800 NHH0000) | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Bomba Doseadora de pH              | Teckno EVO (Modelo AKL 800 NHH0000) | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Bomba Doseadora de Floculante      | Teckno EVO (Modelo AKL 800 NHH0000) | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
| Controlador e sondas de cloro e pH | Teckna                              | Verificar funcionamento        | Diário        | Operador                                       |
|                                    |                                     | Calibração da sonda de cloro   | Semanal       | Operador                                       |

|  |  |                           |        |          |
|--|--|---------------------------|--------|----------|
|  |  | Calibração da sonda de pH | Mensal | Operador |
|--|--|---------------------------|--------|----------|

### 5.5.2.1 Descrição das Ações de Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva

Dada a importância das ações de manutenção preventiva sobre os equipamentos na qualidade da água, e que têm como objetivo garantir a qualidade, encontrar a melhor política de manutenção para determinados equipamentos, considerando a sua fiabilidade e os custos associados às avarias e às ações de manutenção, procurando minimizar o tempo de paragem do equipamento.

Durante o estágio que o aluno realizou, este procurou manter o contacto sempre que desejável ou possível com a equipa da gestão da manutenção das piscinas, com vista a um melhor entendimento de todo o processo de manutenção e a sua realização, desde dos tipos de manutenção realizada aos equipamentos, a periodicidade da manutenção dos equipamentos, os tipos de produtos utilizados na sua lavagem, se utilizados, o tempo aproximado de duração da manutenção de cada equipamento, entre outros. Assim, efetuado o devido levantamento da informação relativo à manutenção dos equipamentos, optou-se por descrever alguns desses processos com base nos equipamentos correspondentes ao tratamento da água:

Tabela 5.8 – Ações de manutenção preventiva dos equipamentos e sua periodicidade

| Equipamento | Ação de Manutenção Preventiva  | Periodicidade da Ação de Manutenção | Tempo de Duração da Manutenção do Equipamento (minutos) |
|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|
| Pré-Filtro  | Verificação do funcionamento   | Diariamente                         | 30  |
|             | Lavagem do Pré-Filtro          | 2 vezes por semana                  |   |
| Filtro      | Verificação do funcionamento   | Diariamente                         | 20  |
|             | Lavagem do filtro              | Diariamente                         |   |
|             | Desincrustação do filtro       | Anualmente                          | -   |
|             | Substituição da areia          | 8 em 8 anos                         | -   |
|             | Verificação do funcionamento   | Diariamente                         | 5   |
|             | Lavagem das cubas              | Mensalmente                         | 30  |
|             | Limpeza do sistema de bombagem | 15 em 15 dias                       | 10  |

|                              |   |              |   |
|------------------------------|---|--------------|---|
| Bomba Doseadora de Reagentes | Calibração do controlador da piscina para o Cloro | Semanalmente | 7 |
|                              | Calibração do controlador da piscina para o pH    | Mensalmente  | 7 |
|                              | Reforço de Cloro 60 ou hipoclorito                | Semanalmente | 5 |

De seguida pretende-se descrever algumas das operações de manutenção preventiva dos equipamentos, como forma de entender alguns dos processos e ter conhecimento dos mesmos no programa de manutenção concebido pelo *software* de *Facility Management* da Archibus.

A **lavagem dos pré-filtros** é uma operação de manutenção essencial para manter o sistema de filtração nas melhores condições. Como é nestas estruturas que ficam retidos os resíduos de maiores dimensões é fundamental a sua remoção. Cada tanque possui pré-filtros acoplados às bombas de circulação, podendo ser lavados separadamente mantendo a filtração do sistema, fechando a torneira correspondente ao filtro em lavagem.

Os pré-filtros devem ser lavados seguindo o seguinte procedimento:

1. Desligar o motor referente ao pré-filtro a limpar;
2. Fechar o passador de entrada e saída da água;
3. Abrir o pré-filtro, retirá-lo e efetuar a limpeza;
4. Colocar novamente o filtro e fechar o pré-filtro;
5. Abrir os passadores de entrada e saída de água;
6. Ligar o motor referente ao pré-filtro limpo.

A **lavagem dos filtros de areia** é uma operação crucial para manter a qualidade da água da piscina. De forma a manter uma filtração eficiente, os filtros devem ser lavados todos os dias, consequentemente a água é reposta nos tanques de compensação, devendo ser assegurada uma reposição de água nova, de no mínimo 2% do volume de cada tanque, em conformidade com o Decreto Regulamentar 5/97.

**Desincrustação dos filtros de areia** implica a lavagem da carga filtrante com um produto de características ácidas, capaz de eliminar incrustações provocadas pelos sais da água e sujidades depositadas no seu interior, que reduzem a capacidade filtrante do sistema. Faz-se uma lavagem normal dos filtros em contracorrente, introduzindo-se no interior de cada filtro o produto dissolvido num volume de água suficiente para cobrir a areia, deixando atuar durante a noite. O passo seguinte será esvaziar os filtros e lavá-los abundantemente com água em contracorrente, as vezes necessárias até que a água saia

perfeitamente limpa. Este procedimento terá de ser efetuado com o sistema de filtração parado, o que implica que terá de ser realizado sem a presença de banhistas nas piscinas.

O **Enchimento da piscina** deve ser feito antes do período de encerramento das instalações, deve ser analisada a situação de remoção da massa de água, uma vez que está em causa uma grande quantidade de água. Desta forma, na decisão de remover a massa de água deve ter-se em consideração os seguintes aspetos:

1. Caso se conclua que existe necessidade de intervir no plano de água, ao nível de eventuais correções ou operações de manutenção ou conservação, que possam pôr em causa a qualidade da água;
2. Caso se verifique que existe um desequilíbrio químico da água, traduzido pelo índice de Langelier, provocado pelo tratamento efetuado, durante o período de funcionamento;
3. Caso se apure que o volume de renovação da água das piscinas, durante o período de encerramento, deve ser assegurado os níveis mínimos de desinfetante residual, assim como todos os tratamentos químicos.

Se não houver necessidade de remover a massa de água das piscinas, durante o período de encerramento devem ser assegurados os níveis mínimos de desinfetante residual, assim como todos os tratamentos químicos.

O processo inicial de tratamento físico-químico da água das piscinas é idêntico, e segue as seguintes etapas:

1. Floculação de superfície, com o sistema de filtração em funcionamento. A quantidade de produto a adicionar é diferente para cada piscina, variando também com o tipo de produto e fornecedor;
2. No dia seguinte, as piscinas devem ser aspiradas, uma vez que as partículas em suspensão estão depositadas no fundo das piscinas;
3. Supercloração a toda a massa de água. A quantidade de produto a adicionar é diferente para cada piscina, variando também com o tipo de produto e fornecedor. Deve ser consultado as fichas de segurança e as fichas técnicas do produto;
4. Quando o teor de cloro baixar para valores próximos de 1,0 mg/l deve ser adicionado algicida, com o objetivo de destruir algas que eventualmente se possam formar, uma vez que, existem algas que são residentes ao efeito do cloro;
5. Fazer a medição do pH e ajustar se necessário. O valor de pH deverá estar situado entre o intervalo de 7,4 a 7,6;

6. Fazer a medição dos parâmetros de cloro residual livre, cloro combinado, cloro total, pH e alcalinidade. Ajustar os valores se necessário;
7. Antes da abertura oficial, o Laboratório responsável pelo controlo analítico da água deve proceder a uma recolha e análise bacteriológica da água, assim como de outros parâmetros químicos determinados em Laboratório e previstos no Decreto Regulamentar nº5/97, de 31 de Março;
8. Conhecidos os resultados do ponto anterior, e se houver conformidade de resultados de acordo com o Decreto Regulamentar nº5/97, de 31 de Março, as instalações poderão abrir ao público com total segurança.

A **desinfecção do material didático utilizado nas atividades aquáticas** deve ser realizado mensalmente, pois pode ser um de desenvolvimento e transmissão bacteriológica. O material deve ser alinhado e desinfetado abrangendo toda a sua superfície, com o auxílio do pulverizador.

Para as manutenções corretivas foram planeadas algumas ações com vista a corrigir determinados acontecimentos específicos e que exigem um tipo de intervenção eficiente, e que por vezes a causa possa ter origem em manutenção deficiente, filtração deficiente, elevados fatores de alguns compostos, incidência solar, qualidade da água e outras vezes por situações de descuido dos banhistas.

Como tal vai ser apresentado uma tabela com alguns dos planos de manutenção corretiva designados para determinadas situações suscetíveis de acontecer.

Dado que a manutenção dos equipamentos está relacionada também com os produtos químicos que os constituem e que proporcionam a sua limpeza ou desinfecção, estes necessitam de alguns cuidados no seu manuseamento.

Antes de manusear os produtos químicos, deve ler-se toda a informação sobre as características específicas dos produtos e certificar-se da sua aplicação. Devem-se seguir as instruções do fabricante, não esquecendo o uso da máscara, óculos e luvas de proteção adequadas e executar tão fielmente quanto possível a aplicação dos produtos individualmente, pois a sua mistura pode originar uma reação química entre eles, com consequências imprevistas. Em todo o caso e salvo indicação em contrário, deve proceder-se sempre do seguinte modo:

- Observar as condições de segurança indicadas pelo fabricante, durante aplicação;
- Utilizar equipamentos de proteção individual (EPI's) tais como luvas, óculos ou máscaras durante a preparação e aplicação dos produtos químicos;
- Ter acesso, ler e compreender as instruções contidas na Ficha de Segurança de cada produto;

- Evitar todo e qualquer contacto com a pele, olhos, roupa, chão ou metais e, em caso de contacto, deverá enxaguar imediatamente com água em abundância;
- Havendo contacto accidental com os olhos ou a pele, lavar abundantemente com água sem esfregar e recorrer a um médico logo que possível, transportando o rótulo do produto em causa; em alternativa, contactar o Centro de Informação Anti-Venenos;
- Nunca misturar produtos diferentes, aplicar sempre um tratamento de cada vez, para evitar que esses produtos diferentes possam reagir entre si;
- Na diluição de um produto, nunca juntar água a um produto, mas sim, juntar sempre o produto à água (água em primeiro lugar e produto depois);
- A diluição dos produtos poderá libertar muito calor, devendo portanto ter muito cuidado com as queimaduras;
- Não comer, beber ou fumar durante a preparação ou aplicação de produtos químicos;
- Efetuar a preparação de produtos químicos em local arejado, mas ao abrigo do vento ou correntes de ar. Não sendo possível, durante a preparação virar as costas ao local de onde sopra o vento;
- Depois da preparação, fechar bem as embalagens e guardá-las em local arejado, limpo e seco, fora do alcance de crianças ou animais e longe de fogos ou fogueiras;
- Todos os produtos químicos utilizados na piscina devem ser introduzidos com a bomba de circulação em funcionamento;
- Sendo caso disso, respeitar o intervalo de segurança de aplicação do produto;
- Ler com atenção as instruções contidas nas etiquetas das embalagens;
- As embalagens vazias devem ser encaminhadas para destino adequado, normalmente um operador licenciado para a Gestão de Resíduos;
- Nunca queimar ou enterrar embalagens de produtos químicos, evitando ainda a poluição atmosférica e a contaminação dos aquíferos subterrâneos.

Quanto às medidas de manutenção corretiva aplicadas às piscinas estas são de elevada importância uma vez que representam a correção aquando da existência de uma anomalia. Após a ocorrência da anomalia, tenta-se perceber a causa e a sua origem, e desenvolve-se mecanismos ou ações de manutenção de forma a evitar a repetição do fenómeno.

Tabela 5.9 – Ação de Manutenção corretiva, problemas e principais possíveis causas

| Problema   | Causas                                       | Ação Corretiva   |
|--|--|--|
| Água Turva (falta de transparência/matéria suspensa) | Filtração deficiente                         | Verificar todo o sistema de filtração e circulação de água   |
|  | pH muito elevado                             | Ajustar o pH para 7,2-7,6  |
|  | Elevado teor de calcário                     | Adicionar floculante, seguindo as quantidades e instruções indicadas. Deixar depositar e aspirar o fundo da piscina  |
|  | Elevado teor de cloro                        | Ajustar o valor de cloro   |
|  | Algas  | Adicionar algicida, seguindo as quantidades e instruções indicadas   |
| Água Verde   | Filtração deficiente                         | Verificar todo o sistema de filtração e circulação de água   |
|  | pH desajustado                               | Ajustar o pH para 7,2-7,6  |
|  | Cloro residual insuficiente                  | Elevar e manter o teor de cloro entre 1,00 e 2,00 mg/L   |
|  | Forte incidência solar                       | Limpar paredes e aspirar a piscina; Adicionar algicida, seguindo as quantidades e instruções indicadas   |
|  | Temperaturas elevadas                        | Manter a temperatura a 27 - 29°C   |
| Vômitos ou Fezes na água                             | Descuido do banhista, geralmente de crianças | Isolar imediatamente a zona da piscina afetada;  |
|  |  | Retirar os vômitos ou o material fecal com o auxílio da rede, se não for possível usar o aspirador manual;   |
|  |  | Verificar se o fundo da piscina está completamente isento de sujeira;  |
|  |  | Verificar o teor de cloro residual livre no momento;   |
|  |  | Espalhar uma quantidade razoável de cloro granulado diretamente na água da piscina, na zona afetada, tendo em consideração o teor de cloro residual livre; |
|  |  | Deixar atuar cerca de 20 minutos;  |
|  |  | Medir o valor de cloro residual;   |
|  |  | Reabrir a zona interdita, quando o valor de cloro estiver de acordo com o estipulado;  |
| Verificar o conforto dos banhistas;                  |  |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | No final do dia, deverá proceder-se a uma lavagem mais eficiente dos filtros de areia seguida de uma supercloração da massa de água afetada;  |
|   |   | Poderá ser solicitado ao Laboratório responsável pelo controlo analítico da qualidade da água, uma análise extra dos parâmetros bacteriológicos e/ou virais da água piscina em causa. |
| Derrame de sangue ou urina nas imediações da água | Corte accidental nas bermas, juntas ou grelhas da piscina; Golpes já trazidos pelos banhistas; Descuido dos banhistas | Isolar imediatamente a zona da piscina afetada;   |
|   |   | Limpar a área afetada;  |
|   |   | Desinfetar;   |
|   |   | Verificar o teor de cloro residual da piscina onde ocorreu o incidente;   |

### 5.5.2.2 Introdução do Planeamento da Manutenção no ARCHIBUS

O Archibus foi o *software* de *Facility Management* escolhido para realizar este estudo com o objetivo de cumprir o que foi proposto pela Câmara Municipal de Amarante. Assim, com a Archibus conseguiu-se alcançar o controlo automático do processo de tratamento de água e a produção automática de planos de manutenção dos equipamentos.

De seguida vai ser demonstrado todo o processo de definição das valências que a Archibus proporcionou a este caso prático em estudo.

Na imagem que se segue estão representados alguns dos interfaces que foram utilizados para definição de todas as características necessárias para introdução da informação no Archibus, dos quais fazem parte da operação de edifícios, o Responsável pelo processo de negócio – Instalações, Responsável pelo processo de negócio – Manutenção, Gerente de Manutenção e Gerente de *Service desk*.

| Responsável pelo processo de negócio - Instalações | Responsável pelo processo de negócio - Manutenção | Responsável pelo processo de negócio - Manutenção |
|--|---|---|
| Definir organizações                               | Definir padrões de equipamento                    | Define Vendors                                    |
| Definir contas                                     | Definir equipamento                               | Define Parts                                      |
| Define Budgets                                     | Definir peças de equipamento por equipamento      | Define Part Vendors                               |
| Define Budget Items                                | Define Warranties                                 | Ver peças por fornecedor                          |
| Definir localizações geográficas                   | Equipment Systems Console                         | Define Parts Storage Locations                    |
| Definir localizações                               | Definir profissões                                | Define Subroom Locations                          |
| Definir padrões de espaço                          | Define Craftspersons                              | Manage Parts Inventory                            |
| Definir padrões de funcionário                     | Definir equipes de trabalho                       | Manage Purchase Orders                            |
| Definir funcionários                               |   | Physical Inventory Variance                       |
| Define Holiday Dates                               |   | Ajustar inventário                                |
| Define Fiscal Year                                 |   | View Inventory Transactions                       |
|  |   | Manage Supply Requisitions                        |
|  |   | Definir tipos de ferramentas                      |
|  |   | Definir ferramentas                               |
|  |   | Define Other Resource Types                       |
|  |   | Definir tipos de problema                         |
|  |   | Definir tipos de causa                            |
|  |   | Definir tipos de reparo                           |

Figura 5.24 – Interface do Archibus relativo à Manutenção Preventiva

| Gerente de manutenção                                    | Gerente de service desk  | Responsável pelo processo de negócio - Manutenção |
|--|--|---|
| Definir procedimentos                                    | Gerir acordos de nível de serviço                                | Definir códigos de descrição de problema          |
| Definir procedimentos, etapas e recursos                 | Create Groupings for Service Level Agreements                    | Definir códigos de resolução de problema          |
| Ver procedimentos por profissão principal                | Determinar sequência de ordenação de acordos de nível de serviço | Manage Reference Documents                        |
| Atribuir procedimentos                                   | Pesquisa & Gestão  |   |
| Atribuir procedimentos para equipamento ou local         |  |   |
| Definir programações                                     |  |   |
| Definir programações de MP                               |  |   |
| Definir datas de programação de MP por programação de MP |  |   |
| Definir agrupamentos de programação de MP                |  |   |
| Ver programas de MP                                      |  |   |
| Gerar ordens de serviço?                                 |  |   |
| Gerar ordens de serviço de MP                            |  |   |
| Gerir regulamentos de geração de ordem de serviço        |  |   |
| Visualizar ordens de serviço MP ativas                   |  |   |

Figura 5.25 - Interface do Archibus relativo à Manutenção Preventiva

Para implementar ações de manutenção foi necessário definir todos os processos e características que constituem e dão origem a uma ação. Foram definidos os procedimentos de manutenção para os respectivos equipamentos, os funcionários, padrões de equipamentos que não existiam, peças de equipamentos, atribuição dos procedimentos, os tipos de problemas, causas e ações corretivas, a

definição das programações da manutenção, a sua periodicidade, as ordens de serviço e por fim a coordenação dos níveis de serviço (encaminhamento dos fluxos de trabalho).

Quando se procedeu à descrição e catalogação dos equipamentos no Revit, constatou-se que em dois dos equipamentos, pré-filtro e filtro de areia, não havia uma identificação adequada a dar ao equipamento. Então nesse momento optou-se por escolher o que mais se aproximava da figuração, para que depois dentro do Archibus se pudesse criar um novo padrão de equipamento. Na figura seguinte apresenta-se as características necessárias para criação de um novo padrão de equipamento. Verifica-se a existência de várias características na atribuição. Para o caso de estudo, optou-se apenas por preencher os espaços necessários à sua designação.



Figura 5.26 – Edição de padrões de equipamento

De forma a obter toda a informação referente ao equipamento, a Archibus disponibiliza um conjunto de opções de preenchimento de determinadas características que constituem o equipamento. Destas características fazem parte as características gerais, tais como, Norma de equipamentos (padrão de equipamento), fabricante, número de modelo, número de série, *status* do equipamento podendo este variar entre, em serviço, fora de serviço, em reparação, em loja, recuperado, vendido, desaparecido, preparado, doado e roubado. Condições do equipamento, a sua criticidade, se o equipamento já foi recuperado ou não, a descrição do equipamento e comentários adicionais que se queira adicionar, são constituintes importantes a reter. Caso tenha havido recuperação ou venda do equipamento, pode-se conter informação no sistema relativo às datas para o efeito, assim como alguns comentários.

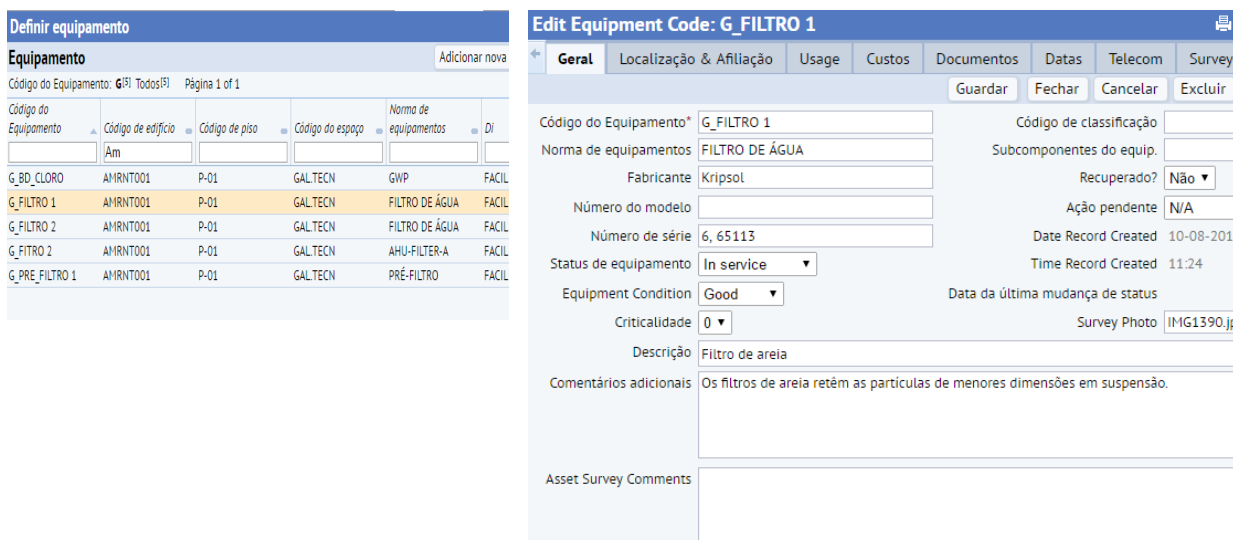


Figura 5.27 – Definição das características gerais do equipamento

Na imagem que se segue pode observar-se características referentes à localização do equipamento relativo à região, país, local, nome do edifício, piso e espaço em que está situado o equipamento, departamento e se desejarmos o nome do funcionário que fará a manutenção daquele equipamento.

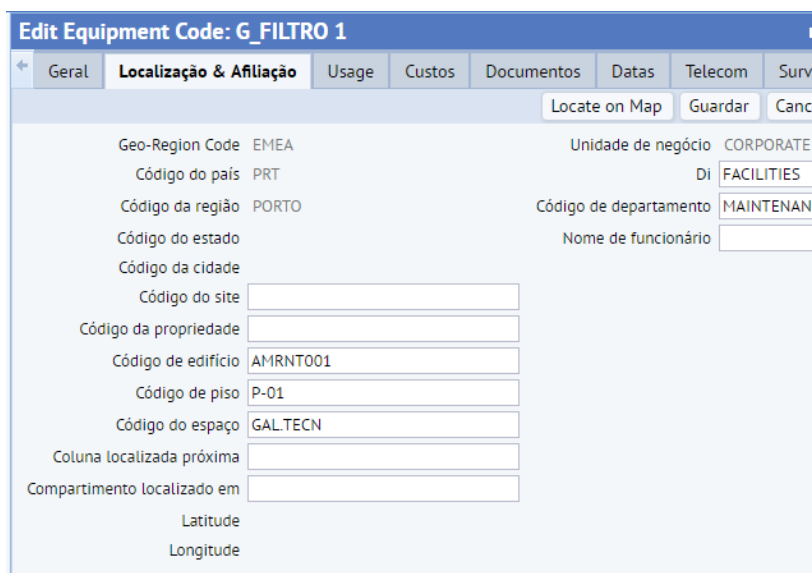


Figura 5.28 – Definição das características de Localização & Afiliação do equipamento

Outras características dizem respeito ao seu uso, e correspondem ao uso do equipamento, às condições em que este se encontra, o número de horas/dias de operação do equipamento, expectativa de vida, também informações relacionadas com a leitura de medidores do respetivo.

Figura 5.29 – Definição das características de Uso do equipamento

Também todos os custos relativos aos equipamentos tornam-se uma importante característica na avaliação do mesmo ao longo do seu período de vida. Custos esses relacionados com a substituição de peças do próprio ou mesmo o seu todo, anos e consequente valor de desvalorização, tipo de propriedade, preço e data da compra, fornecedor, garantias e respetiva data de expiração.

Figura 5.30 – Definição das características relativo aos custos do equipamento

Na figura seguinte verifica-se que se encontra selecionada a opção “datas”, neste ponto está toda a informação do equipamento com base nas datas de fabricação, compra, instalação, trabalho, leitura do medidor se existente, encaminhamento para reparação, encaminhamento para armazenamento, recuperação e venda. Todas estas datas são importantes para que se possa ter uma informação detalhada do equipamento.

Antes das características relacionadas com a data, encontra-se as características relativas à documentação. Aqui a Archibus permite que o gestor do edifício possa adicionar documentos sobre o equipamento. Documentos esses que podem estar direcionados para procedimentos a ter com os equipamentos em situações de emergência, métodos de operação do equipamento, procedimentos sobre o funcionamento do dispositivo e documentos adicionais que se deseje acrescentar.

Figura 5.31 – Definição das características relativo às datas do equipamento

Aqui pode ser introduzido a informação referente à última atualização da auditoria do equipamento, a fotografia do equipamento, a informação relativo ao levantamento do ativo em determinadas condições de atividade, assim como alguns comentários.

Figura 5.32 – Definição das características referentes ao levantamento da informação do elemento.

Para haver uma ação de manutenção é necessário saber que tipo de ação pretendemos introduzir, se é preventiva ou corretiva. Na definição dos procedimentos, etapas e recursos de manutenção preventiva, adicionou-se uma nova ação e descreveu-se a ação com base nas características abaixo apresentadas. Definiu-se assim um nome para o tipo de procedimento a realizar, a profissão do técnico competente para desempenhar a ação. Este foi escolhido de uma lista de profissões existente no Archibus, caso não existisse nessa lista uma profissão que se adequasse ao desempenhado, poder-se-ia criar/adicionar uma

nova profissão. O código da conta corresponde a um código da Archibus que está associado á reparação/manutenção de um elemento. Pediu-se de seguida a descrição do procedimento de manutenção preventiva, se o tipo de procedimento seria aplicado a um equipamento ou a um espaço, no caso em questão é um equipamento. A norma de equipamentos está relacionado com o tipo de equipamento a que está adequado, este também depende de uma lista que Archibus dispõe e no qual também se teve de criar pois para alguns equipamentos, filtro de água e pré-filtro, não existia um que se adequasse corretamente ao equipamento. No entanto neste caso optou-se por não preencher este espaço uma vez que mais à frente vão ser definidos as relações entre equipamentos e respetivos procedimentos de manutenção.

A Archibus dispõe da capacidade de adicionar documentos, PDF ou Word, como forma de contribuir para uma total informação da atividade, e que possibilita ao gestor do edifício ou ao profissional designado para o serviço, a fazer o download do procedimento que tem de seguir.



Figura 5.33 – Definição de procedimentos, etapas e recursos de manutenção preventiva

Definidos os procedimentos, e com a seleção sobre o procedimento, procede-se à escolha de adicionar etapa 1. Neste painel é onde vão estar descritos as instruções de todo o procedimento a efetuar aquando da realização da manutenção por parte do operador. Na figura que se segue pode-se observar o procedimento de manutenção direcionado para a LAVAGEM PRE-FILT (Lavagem de pré-filtros) e as respetivas instruções. Pode-se ainda adicionar novas características na definição do procedimento tais como profissão do técnico que realiza a manutenção. Adicionar também uma peça, esta representa por exemplo, um produto de lavagem do equipamento, como no caso dos filtros em que este é lavado com um produto de características ácidas. Já no caso do tipo de ferramenta a adicionar pode ser a substituição de um elemento ou mesmo a adição de um dispositivo que complemente e/ou melhore o desempenho.

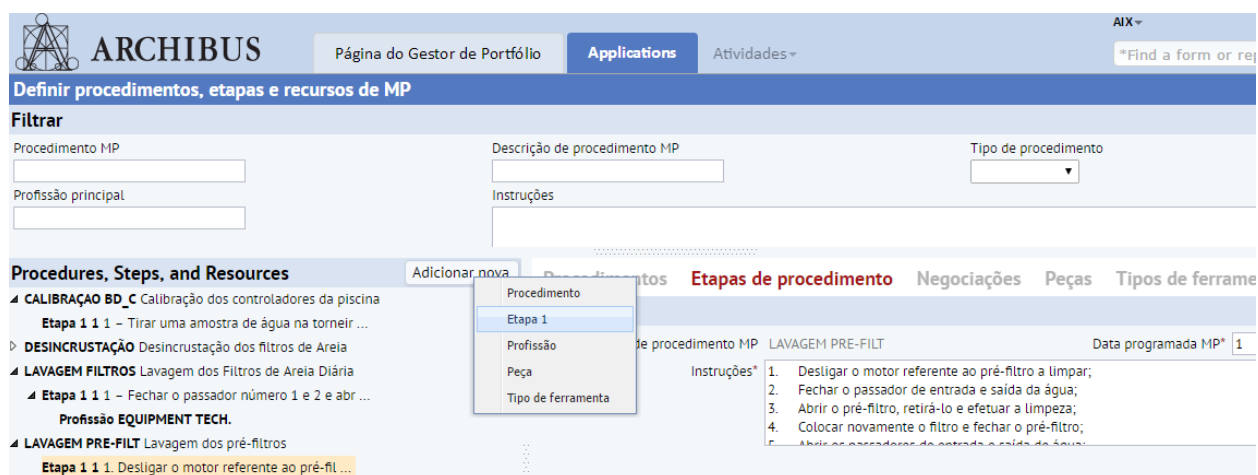


Figura 5.34 – Definição das etapas de procedimento de manutenção

Após a definição dos procedimentos de manutenção preventiva procede-se à sua atribuição aos respetivos equipamentos. Deste modo, depois de realizado a devida exportação dos equipamentos do modelo Revit, Bomba doseadora de cloro, filtro de areia, pré-filtro. Pode-se portanto observar na figura abaixo no painel da esquerda os equipamentos utilizados neste estudo. Ao selecionar um equipamento observa-se o aparecimento de um novo painel no canto superior direito com a designação de procedimentos atribuídos à bomba doseadora de cloro (equipamento selecionado). Se observarmos abaixo desse painel, ou seja, canto inferior direito está um outro painel onde estão situados os procedimentos disponíveis, ou seja, os procedimentos de manutenção preventiva anteriormente criados. Com a divisão deste painel de atribuição de procedimentos em três, constatou-se que o próximo passo será a seleção ou adição dos procedimentos disponíveis para os respetivos equipamentos. No exemplo que se segue, verifica-se o equipamento selecionado e os respetivos procedimentos de manutenção preventiva atribuídos. G\_BD\_CLORO (Bomba doseadora de cloro da piscina grande) estão atribuídos os procedimentos de manutenção de verificação de funcionamento, reforço do produto, calibração dos controladores da piscina, limpeza do sistema de bombagem, limpeza da cuba (depósito).



Figura 5.35 – Atribuição de procedimentos de manutenção de manutenção ao equipamento

Definidos os equipamentos e os procedimentos de manutenção preventiva onde vão ser efetuados, é conveniente pensar no procedimento como algo que para atingir o seu objetivo é necessário a definição de determinados elementos fundamentais para a sua origem. Como tal, para que o procedimento ocorra é necessário saber a periodicidade da manutenção dos equipamentos para que se possa obter uma programação do procedimento de manutenção. É fundamental saber que funcionários poderão fazer a manutenção, a especialidade dos profissionais, as equipas de trabalho em que estão inseridos. Peças ou produtos que o equipamento possua para o efeito da manutenção e o fornecedor a que está associado.

No que diz respeito à programação da manutenção preventiva, esta foi realizada para todos os equipamentos do tratamento da água e respetivos procedimentos de manutenção. Assim, teve-se em conta as informações básicas referentes ao procedimento a programar, que fazem parte o procedimento a efetuar, o equipamento ao qual é dirigido, a divisão, o departamento em que se situa o equipamento, o grupo de programação em que foram criados vários grupos. O painel da programação das informações está direcionado para a calendarização do procedimento de manutenção. A ARCHIBUS permite que sejam programados alertas de serviços para um prazo máximo de noventa dias.

Na figura que se segue está representado a programação do procedimento de lavagem dos filtros ao equipamento filtro, que se situa na divisão *Facilities*, no departamento próprio para a manutenção (*Maintenance*). As informações de programação para a primeira data do procedimento encontra-se datado para o dia 5 de outubro de 2016. Como anteriormente foi descrito que este procedimento de manutenção era realizado todos os dias, observa-se então a configuração dos dados para o efeito. Assim o tipo de intervalo escolhido é em dias, e como o procedimento é realizado todos os dias, o procedimento é fixo e a frequência atual é igual a 1 pois pretende-se que aconteça uma vez. Enquanto o parâmetro de “intervalo de frequência 1” define de quantos em quantos dias ocorre, como é todos os dias colocamos

1. Um Exemplo diferente é o caso da limpeza do sistema de bombagem do equipamento bomba de cloro em que este procedimento ocorre de 15 em 15 dias, nesse caso o “intervalo de frequência 1” seria igual a 15 e o parâmetro de frequência atual igual a 1. O que quereria dizer que este procederia uma vez de quinze em quinze dias.

O parâmetro em que diz “Data manual para próxima MP” encontra-se em branco uma vez que está estabelecido o início do primeiro procedimento e estão definidas as condições de manutenção em termos de frequência e intervalos. No entanto esse espaço seria preenchido se o pretendido fosse acrescentar uma segunda data diferente da primeira data para o procedimento ocorrer.

Figura 5.36 – Painel da programação da manutenção preventiva para lavagem do filtro

Como os funcionários são parte integrante das operações de manutenção, foi necessário criar perfis de funcionários, com a possibilidade de corresponder às especialidades necessárias para execução dos trabalhos. Deste modo criou-se dois funcionários, denominados como JLM e JSM. O preenchimento dos dados relativos aos funcionários engloba, dados relativos à identificação dos mesmos com a possibilidade de adicionar uma fotografia de identificação, informação destinada ao local onde o funcionário irá prestar o seu serviço, o tipo de trabalho a desempenhar, data de contratação, entre outros.

No presente trabalho, criou-se dois tipos de funcionários, um Manager (Gestor) – JLM e um outro funcionário técnico de nome JSM. A imagem que se segue ilustra esta situação.

**Funcionário** Guard

|                        |                     |                         |          |
|------------------------|---------------------|-------------------------|----------|
| Honorífico             | Sr ▼                |                         |          |
| Código de funcionário* | JLM                 |                         |          |
| Employee Name          | Jorge Mota          | Código de edifício      | AMRNT001 |
| Nome - Primeiro        | Jorge               | Código de piso          | P01      |
| Nome - Último          | Mota                | Código do espaço        | DIRECAO  |
| Nome da empresa        |                     | Di                      |          |
| Endereço de e-mail     | 1050292@isep.ipp.pt | Código de departamento  |          |
| Phone - Work           |                     | Standard de funcionário | MGR      |
| Phone - Mobile         |                     | Número de funcionário   |          |
| Employee Title         |                     | Gerente                 |          |
| Foto de funcionário    | Upload a document   | Date Hired              |          |

Figura 5.37 – Definição de funcionário

Definidos os funcionários JLM e JSM, de seguida procedeu-se à atribuição de informações das competências que cada um terá de desempenhar assim como algumas habilidades especiais que o próprio já possua. Também neste painel estabelece-se as remunerações, número de horas de trabalho por dia, data de vencimento do contrato, entre outras. Há ainda a possibilidade de atribuir uma equipa de trabalho ao profissional, que no caso do JLM pertence á equipa de trabalho de Gestão da Manutenção enquanto o JSM faz parte da equipa de trabalho de Operário. Estas equipas de trabalho foram criadas com a intenção de incorporar os funcionários nas mesmas.

**Profissional** Guardar Excluir

|                              |                          |   |                          |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Código do profissional*      | JLM                      | Nome do profissional                          | JLM                      |
| E-mail do profissional       | 1050292@isep.ipp.pt      | Link ▼  |                          |
| Profissão principal*         | BUILDING MANAGER         | Work Team Codes                               | GESTAO DA MANUTENCAO     |
| É supervisor?                | Sim ▼                    | Hs. Standard disponíveis. /dia                | 7,0                      |
| É avaliador?                 | Sim ▼                    | Local / contratador?                          | interno ▼                |
| É planeador?                 | Sim ▼                    | Habilidades especiais                         |                          |
| Pode ter trabalho atribuído? | Não ▼                    |   |                          |
| Posição do profissional      | Eng. Civil da Manutenção | Data de vencimento do contrato                | 01-11-2016               |
| Estado                       | Ativo ▼                  | Auto Insurance End Date                       |                          |
| Relatórios para              |                          | trabalhador' Comp. Data final                 |                          |
| Índice por hora              | 0,00                     | Data do término do seguro de responsabilidade |                          |
| Taxa de hora extra           | 0,00                     | Craftsperson Unschedule Self?                 | Sim ▼                    |
| Índice de pagamento em dobro | 0,00                     | Create User                                   | <input type="checkbox"/> |
| Can Change Work Request?     | Sim ▼                    |   |                          |

Figura 5.38 – Definição da classe profissional do funcionário

Na definição de peças e/ou produtos, estes são importantes na medida em que nos constituintes do tratamento da água estão produtos tais como cloro 60, hipoclorito, floculante e pH. No entanto como o equipamento utilizado neste estudo foi o referente à bomba doseadora de cloro, optou-se por criar dois produtos, o cloro 60 utilizado na bomba doseadora ao qual é injetado todos os dias um determinado valor, e o hipoclorito porque faz parte de um procedimento de manutenção referente ao reforço de produto que é realizado ao sábado. Para definição destes produtos, pode-se introduzir informação para efeitos de inventário, a descrição do produto, o custo por unidade, entre outros.

| Peças                   |   |
|-------------------------|---|
| Código do item*         | Descrição do item                           |
| CLORO 60                | Cloro para desinfecção (cuba)               |
| Quantidade neste pedido | Classificação do item                       |
| 350,00                  |   |
| Ordem típica            | Número do modelo                            |
| 300,00                  |   |
| Número do estoque       | Custo da unidade - atribuído por utilizador |
| 400                     | 0,48  |
| Mínimo para armazenar   | Unidades de emissão                         |
| 300,00                  | quilograma ▼                                |
| Unidades de pedido      | Quantidade disponível                       |
| quilograma ▼            | 1.225,00                                    |
| Quantidade na reserva   |   |
| 0,00                    |   |

Figura 5.39 – Definição de peças ou produtos

Com os produtos já definidos, a Archibus dá a oportunidade de criar fornecedores apresentando todas as características que os identifiquem, com informações referentes ao produto que representam, descrição do fornecedor, o tipo de fornecedor que pode ser definido como ativos etiquetados (um equipamento), equipa de manutenção de peças, um prestador de serviços, energia, laboratório de testes e transporte de lixo. Número de telefone, *email*, fax, nome do contrato, website são outras das características que podem identificar o fornecedor.

Definidos os fornecedores e as peças, a Archibus permite que se faça a interligação entre ambos de forma haver uma melhor coordenação da lista de fornecedores e seus produtos ou peças. Deste modo efetuou-se essa ligação e atribuiu-se o mesmo fornecedor aos produtos cloro 60 e hipoclorito.

Assim encontram-se definidos todos os elementos necessários para a emissão de um fluxo de trabalho adequado ao procedimento de manutenção preventiva.

Falta no entanto a definição dos parâmetros necessários à manutenção corretiva e que apresenta um interface diferente apesar de semelhante e que está representado na figura seguinte. Este interface centra-se fundamentalmente nos tipos de problema, causa e reparação, e na respetiva descrição do problema e resolução.

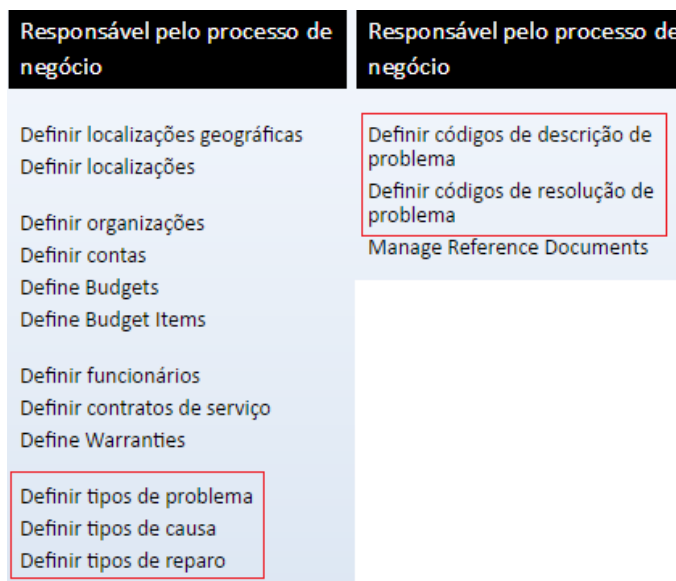


Figura 5.40 – Interface relativo à definição das características para a manutenção corretiva

Os procedimentos de manutenção corretiva que se introduziram no *software* dizem respeito a situações de água verde nas piscinas, ocorrência de vômitos ou fezes por descuido geralmente crianças ou indisposição dos utilizadores da piscina, e sangue ou urina derivado a descuido ou como causa de acidente. Estes procedimentos já foram descritos no subtítulo anterior assim como a respetiva ação de correção. No entanto apresenta-se nas figuras que se seguem alguns dos parâmetros requeridos pela Archibus para a devida identificação e resolução do problema.



Figura 5.41 – Definição do tipo de problema



Figura 5.42 – Código de resolução de problema

Por fim, com o objetivo de manter o nível de serviço elevado nos serviços definidos anteriormente criou-se um sistema de contratação do tipo SLA. Este apresenta um acordo que formaliza uma relação de negócios entre o prestador de serviços e o cliente. Para a criação do SLA foram requeridas três importantes fases de evolução. Uma primeira fase a implementação que correspondeu ao processo em que o prestador de serviços e o cliente se encontram para discutir e acordar os parâmetros apropriados que o estado dos serviços e, conseqüentemente, o estado dos processos de negócio. Nas figuras seguintes podem ser observados os conjuntos de características sobre o local onde vai ser efetuado o serviço, a pessoa que solicitou o serviço, o tipo de problema e o procedimento de manutenção apresentado assim como o equipamento do qual vai ser aplicado.

Figura 5.43 – Definição das solicitações pretendidas para a implementação do SLA

Figura 5.44 – Definição das solicitações pretendidas para a implementação do SLA

A segunda fase ocorre durante a monitorização ou execução do serviço, estes são observados e controlados. Durante esta fase o fluxo de trabalho passará por várias etapas de controlo, onde este pode ser controlado desde do início da aprovação até à sua conclusão. Deste modo, para a aprovação do serviço pode ser, se desejável, uma solicitação de equipa de trabalho para o supervisor ou então imediatamente para o operário e em que ambos podem ser notificados da aprovação do serviço.

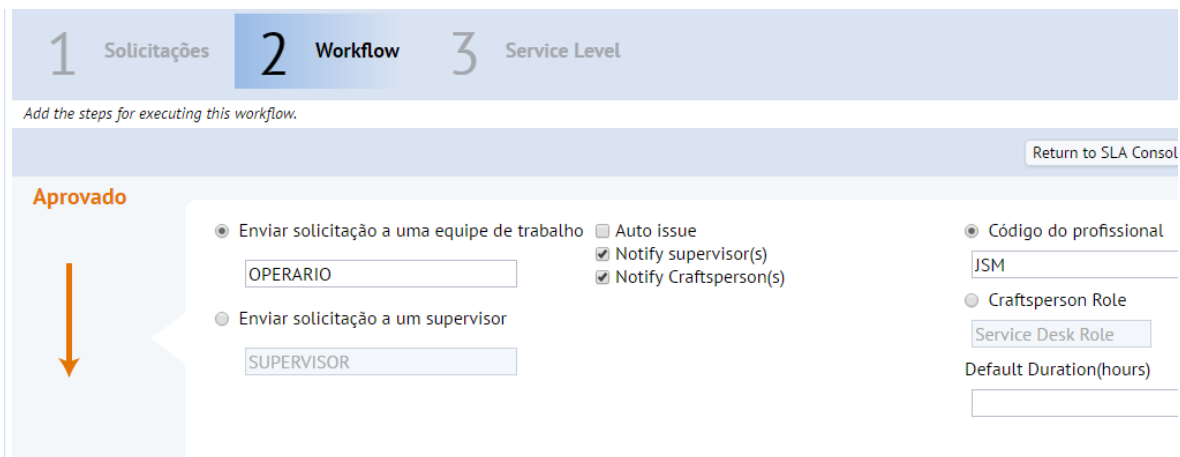


Figura 5.45 – Definição da monitorização do fluxo de trabalho

Após aprovação do fluxo de trabalho para a equipa de trabalho operário, este é emitido podendo ser definido as condições de notificação que se pretende enviar. Como se pode ver na figura seguinte, pode-se estabelecer regras de notificação, como por exemplo, solicitação de trabalho emitido com a condição de que se o edifício for AMRNT001 então a solicitação de trabalho vai ser dirigida para o profissional JSM. Podendo o cliente requerer a notificação do trabalho concluído ou fechado, do prestador de serviços, para o supervisor. Ainda que aquando da conclusão do serviço, pode ser requerido por parte do cliente uma verificação do trabalho realizado.

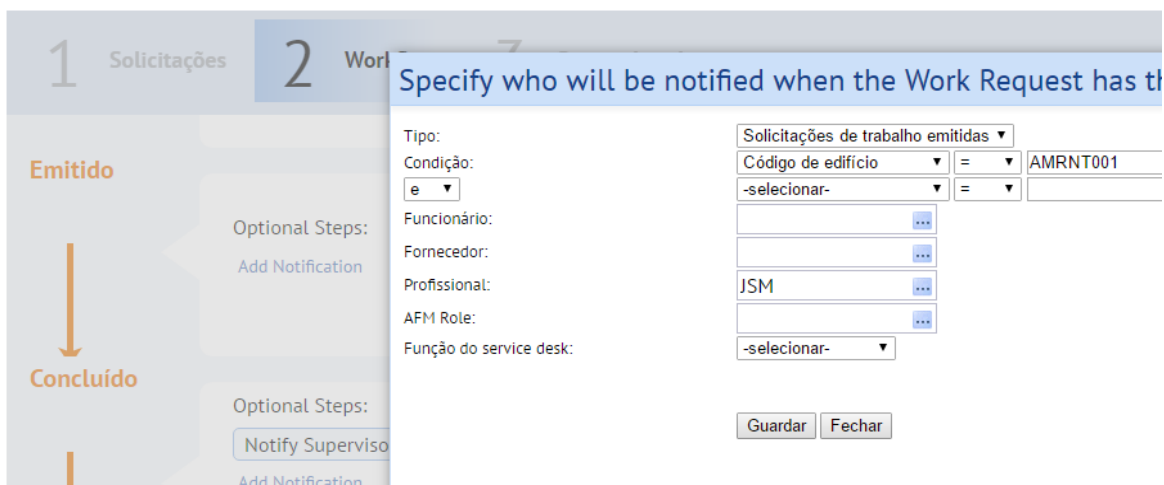


Figura 5.46 – Definição das condições notificação a enviar

Pode ainda ser estabelecido no acordo SLA, durante a execução do trabalho, que quando for necessário executar um trabalho diferente do que o estabelecido é necessário enviar a notificação ao supervisor (ou outro) para poder seguir em frente com o serviço. Esta notificação pode ser requisitada em situações que se verifiquem a substituição de uma peça do equipamento e/ou a execução de um trabalho diferente do que estava acordado.

Figura 5.47 – Definição de notificação quando se proporciona alguma situação de trabalho a mais

Na terceira fase, avaliação de resultados e, antes da assinatura do contrato, o prestador de serviço e o cliente encontram-se para estudar o relatório e determinar os níveis de serviço que indicam o desempenho aceitável e inaceitável do processo de negócio. Este trabalho é articulado por nível de serviços e é assinalado um contrato entre ambas as partes – SLA.

Pode-se observar na figura que se segue, que a janela de serviço situa-se entre às 7 e as 9h da manhã, a realizar-se todos os dias da semana. É estipulado um tempo de resposta ao serviço de trinta minutos e o tempo para concluir o serviço é de quarenta e cinco minutos. Ainda no painel do *Service Level*, encontra-se um espaço de indicação do contrato de trabalho, este pode ser adicionado.

Figura 5.48 – Definição do nível de serviço do SLA



## 6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

O motivo principal que levou ao desenvolvimento do presente trabalho consistiu no facto de haver uma preocupação relativa à melhoria contínua da qualidade da água, assim como a necessidade de obter um controlo automático do processo de tratamento e monitorização da qualidade da água e a produção automática de planos de manutenção dos equipamentos.

Na elaboração do modelo gráfico com recurso à ferramenta Revit houve algumas dificuldades na fase de elaboração do modelo MEP uma vez que alguns dos equipamentos encontravam-se fora de posição em comparação com o estabelecido no projeto. Também na informação dos respetivos equipamentos estiveram presentes algumas dificuldades pela falta de documentação específica sobre os equipamentos, como por exemplo, manuais, a desorganização e a deterioração em volta dos mesmos foi evidente. O facto da documentação ser na sua maioria em formato papel agrava com o passar dos anos esta situação. Uma vantagem da metodologia estudada seria o facto de esta e de outras informações referentes ao edifício estarem alojadas numa base de dados digital e assim mais disponíveis e organizadas.

A interligação entre as ferramentas BIM, Revit – Archibus, desenvolveu-se de uma forma bastante integrada e simples, na medida em que a exportação da informação de uma ferramenta para a outra ocorreu sem grandes dificuldades, permitindo passar rapidamente para utilização do *software* de *Facility Management* – Archibus. A utilização do *Software* revelou-se simples, com a definição de todos os elementos inerentes à informação que constituíam os equipamentos e os procedimentos de manutenção preventiva. Destes elementos fazem parte, toda a informação referente ao equipamento, os procedimentos de manutenção preventiva, os funcionários e profissionais que desempenham estes procedimentos, as peças utilizadas na respetiva manutenção, a calendarização dos procedimentos de manutenção preventiva e a definição dos SLA.

Estas definições demonstraram ser possível realizar uma manutenção rigorosa e com maior controlo sobre todos os elementos que a envolvem, alcançando assim os objetivos referentes ao controlo automático do processo de tratamento da água e à produção automática de planos de manutenção dos equipamentos.

Devido ao tempo disponível e à complexidade do modelo e do trabalho exigido para tão curto espaço de tempo, não foi possível finalizar todo o processo de controlo automático da monitorização da qualidade da água. A modelação das várias especialidades teve um enorme impacto na realização deste trabalho,

quer relativamente ao tempo, como às dificuldades encontradas na respetiva modelação já descritas no caso de estudo. Também o processo de aprendizagem na utilização destas duas ferramentas teve o seu tempo de experiência de forma a encontrar o caminho certo.

### **Trabalhos Futuros**

Torna-se cada vez mais evidente a necessidade de estabelecer planos de manutenção rigorosos, constantes e que contribuam para um bom desempenho das funcionalidades do edifício. Neste sentido a metodologia BIM-FM representa uma boa hipótese apresentando soluções credíveis, de um planeamento controlado e de eficácia na manutenção.

Internamente, a Câmara Municipal de Amarante poderia aplicar esta metodologia a um conjunto de edifícios que a própria detém. A exemplo disso poderiam ser, os edifícios de serviços com operações de manutenção das fachadas exteriores e coberturas, a manutenção das escolas, a manutenção dos espaços exteriores referentes ao concelho de Amarante, a manutenção da frota de transportes ou de prestadores de serviço que a Câmara possui. Efetuando algumas adaptações e complementos, mas apresentando a mesma base de trabalho.

No fim do presente trabalho ficou-se com a sensação que seria interessante prosseguir com esta metodologia, complementando-a com aplicações nas áreas relativas a:

- Indicadores chave de desempenho (KPI), de forma acompanhar o modelo em termos de desempenho, quer a nível de monitorização da qualidade da água quer a nível da performance dos fluxos de trabalho, desempenhados pelos serviços prestados, SLA;
- Realização de uma análise do histórico de manutenções e dos respetivos equipamentos;
- Efetuar uma listagem dos fornecedores com vista a gerir o inventário de produtos a comprar ou à substituição de peças, no suporte de manutenção, sinalizando-a através de um alerta calendarizado a partir de datas de manutenção preventiva ou corretiva.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, Saiful *et al.* - Integration of Facilities Management (FM) Practices with Building Information Modeling (BIM). 2013).

ALEXANDER, Keith - **What is FM** [Em linha], atual. 2010. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.eurofm.org/index.php/what-is-fm>.

APFM | Sobre - , 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://apfm.pt/sobre/>.

ARCHIBUS - ARCHIBUS - Transformamos as organizações para reduzir custos, mitigar riscos e melhorar a qualidade de serviço. 2014).

ARCHIBUS - **The #1 Solution for Real Estate, Infrastructure & Facilities Management in the World** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://archibus.com/>.

BAGANHA, Maria; MARQUES, José; GÓIS, Pedro - Setor da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990 - 2000. (2001). .

BARBOSA, Ana - **Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 25 Set. 2014

**BIMCommunity | El Reino Unido ya es territorio BIM** - [Em linha], atual. 4 abr. 2016. [Consult. 15 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:https://www.bimcommunity.com/news/load/126/el-reino-unido-ya-es-territorio-bim>.

BIMTALK - **BIM Dimensions** [Em linha], atual. 2013. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://bimtalk.co.uk/bim\_glossary:bim\_dimensions>.

BRANCO LÓ, Pedro - APFM | Facility Management: Criar valor para o futuro, 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://apfm.pt/facility-management-criar-valor-para-o-futuro/>.

BUILDINGSMART - **Specifications — Welcome to buildingSMART-Tech.org** [Em linha] [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.buildingsmart-tech.org/specifications>.

CEROVSEK, Tomo - 3D BIM-FM Portal: Extending BIM into Lifecycle Management. Em . Porto : [s.n.]. ISBN 978-989-20-4617-4

Regulamento das Condições Técnicas e de Segurança dos Recintos com Diversões Aquáticas. . 65/97 (97-03-31)

A Qualidade nas Piscinas de Uso Público . 23/93 (93-05-23)

EUROFM - **About EUROFM** [Em linha], atual. 2015. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://eurofm.org/index.php/about-yjsg>.

GESTOLD, Publicado Por David - Facilities Management en entornos BIM, 2013. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://qbimgest.blogspot.com/2013/03/facilities-management-en-entornos-bim.html>.

**Glose | Software de Gestão de Manutenção | Gestão de Activos** - [Em linha], atual. 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://glosesite.azurewebsites.net/pt-pt/>.

GOMES, Sofia - **Conceitos de FM aplicados à gestão técnica de hotéis em Portugal e Espanha**. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2012

GREENBIM - GreenBIM Engineering | BIMWhat is BIM?, 2014. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.greenbim-eng.com/green-building/bim/>.

**IBM - Software - IBM TRIRIGA Facility Maintenance Software** - [Em linha], atual. 1 jan. 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www-03.ibm.com/software/products/en/ibm-tririga-facility-maintenance-software>.

IFD-LIBRARY - **IFD** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.ifd-library.org/>.

IFMA - **History** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ifma.org/about/about-ifma/history>.

JAYASENA, Himal; WEDDIKKARA, Chitra - Assessing the BIM Maturity in a BIM Infant Industry. Em . Sri Lanka : [s.n.]

KAVRAKOV, Deyan - **Top 10 Key Performance Indicators in Facility Management** [Em linha], atual. 11 mai. 2015. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:https://www.linkedin.com/pulse/top-key-performance-indicators-facility-management-deyan>.

LEE, John; BEN-NATAN, Ron - What are Service Level Agreements? Em **Integrating Service Level Agreements Optimizing your OSS for SLA Delivery**. United States of America : Wiley Publishing, Inc., 2002. ISBN 0-471-21012-9

MANZIONE, Leonardo - **Adoção do BIM nos países desenvolvidos** [Em linha], atual. 10 ago. 2013. [Consult. 15 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://www.coordenar.com.br/adocao-do-bim-nos-paises-desenvolvidos/>.

MARTINS, João - **Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção**. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009

MAURÍCIO, Filipe - **Aplicação de Ferramentas de Facility Management à Manutenção Técnica de Edifícios de Serviços**. Lisboa : Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2011

MCGRAW-HILL - The Business Value of BIM in North America. **SmartMarket Report**. 2012).

MEIRELES, António - **BIM-FM: A evolução na Gestão dos Edifícios** [Em linha], atual. 23 abr. 2015. [Consult. 15 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:https://bimmi.innovationcast.net/s/1/b/136/pt/1/1/1/bim-fm-a-evolucao-na-gestao-dos-edificios>.

MIGILINSKAS, Darius *et al.* - The Benefits, Obstacles and Problems of Pratical BIM Implementation. Em . Lithuania : Elsevier, 2013

MONTEIRO, André; MARTINS, João - Building Information Modeling - Funcionalidades e Aplicação. Em . Porto : Secção de Construções Civas, 2011

NETO, José - **Gestão e Organização da manutenção Preventiva de uma Unidade Hoteleira**. Setúbal : Instituto Politécnico de Setúbal, 2015

PINA, Hugo - **Metodologia BIM na Gestão da Manutenção de uma Estação Elevatória**. Aveiro : Universidade de Aveiro Departamento de Engenharia Civil, 2015

PLANON - **IWMS | Planon** [Em linha], atual. 2016. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:http://planonsoftware.com/us/whats-new/knowledge-center/glossary/iwms/>.

RIahi, Azzeddine; RIAHI, Sara - The Big Data Revolution, Issues and Applications. **International journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering**. (2015). .

RIBEIRO, Nuno - **Metodologia Facility Management Aplicada ao Estádio do Dragão**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012

- RODAS, Inês - **Aplicação da Metodologia BIM na Gestão de Edifícios**. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015
- RODRIGUES, Rui - **Gestão de Edifícios - Modelo de Simulação Técnico-económica**. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001
- SANTOS, Flávio - **Manutenção preditiva e Pró-Activa. Filosofias Alternativas ou Complementares. Estudo de Caso**. Lisboa : Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2013
- SILVA, Armando - **Metodologia BIM aplicada à preparação, controlo e gestão de obra**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2012
- SILVA, Joaquim - **Gestão da Manutenção de Edifícios em Unidades Hospitalares**. Guimarães : Universidade do Minho - Escola de Engenharia, 2013
- SMITH, P. - **BIM** [Em linha], atual. 2014. [Consult. 15 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:<http://cinegrafic.com/webs/javeriana/bim.html>>.
- SOARES, Joel - **A metodologia BIM-FM aplicada a um caso prático**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 5 Out. 2013
- SOUSA, Fernando - **A evolução de um modelo BIM de construção para a gestão de empreendimentos**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 14 Nov. 2013
- VENÂNCIO, Maria - **Avaliação da Implementação de BIM - Building Information Modeling em Portugal**. Porto : Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2015
- WAGNON, John - **What is FM - Definition of Facility Management** [Em linha], atual. 2009. [Consult. 16 out. 2016]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.ifma.org/about/what-is-facility-management>>.



## ANEXO

### Anexo 1 Indicadores de Desempenho Económico

| Nível | Indicador de Desempenho Económico  |
|-------|--|
| 1     | $E_1 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Custo de Substituição}} \times 100$   |
|       | $E_2 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Custo de Contratação}} \times 100$  |
|       | $E_3 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Output de Operações}} \times 100$   |
|       | $E_4 = \frac{\text{Custo total de Manutenção}}{\text{Custo de Transformação}} \times 100$  |
|       | $E_5 = \frac{\text{Custo total de Manutenção} + \text{Custos de Recuperação após Indisponibilidade}}{\text{Output de Operações}}$        |
|       | $E_6 = \frac{\text{Tempo sem Paragem}}{\text{Custo total de Manutenção}}$  |
| 2     | $E_7 = \frac{\text{Valor Médio de Materiais de Manutenção}}{\text{Custo de Substituição}} \times 100$                                    |
|       | $E_8 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Internos}}{\text{Custo Total da Manutenção}} \times 100$                                   |
|       | $E_9 = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Externos}}{\text{Custo Total da Manutenção}} \times 100$                                   |
|       | $E_{10} = \frac{\text{Custo dos Recursos Humanos Contratados Afetos à Manutenção do Item}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$ |
|       | $E_{11} = \frac{\text{Custo dos Recursos Materiais Gastos em Manutenção}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                  |
|       | $E_{12} = \frac{\text{Custo dos Recursos Materiais Gastos em Manutenção}}{\text{Valor Médio dos Materiais de Manutenção}} \times 100$    |
|       | $E_{13} = \frac{\text{Custo dos Recursos Inditets afetos à Manutenção}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                    |
|       | $E_{14} = \frac{\text{Custo Total de Manutenção}}{\text{Custo de Energia Gasta em Manutenção}}$  |
|       | $E_{15} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Corretiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                                |

|   |  |
|---|--|
| 3 | $E_{16} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Preventiva}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                                   |
|   | $E_{17} = \frac{\text{Custo Total da Manutenção Condicionada}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                                 |
|   | $E_{18} = \frac{\text{Custo Predeterminado para a Manutenção}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                                 |
|   | $E_{19} = \frac{\text{Custo de Manutenção de Melhoria}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$  |
|   | $E_{20} = \frac{\text{Custo de Manutenção Durante Paragens}}{\text{Custo Total de Manutenção}} \times 100$                                   |
|   | $E_{21} = \frac{\text{Custo Total Gasto em Formação}}{\text{Total de Recursos Humanos Afetos à Manutenção}} \quad \text{Unid. Valor/Pessoa}$ |
|   | $E_{22} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos Mecânicos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$             |
|   | $E_{23} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos Elétricos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$             |
|   | $E_{24} = \frac{\text{Custo de Manutenção Contratada para Equipamentos}}{\text{Custo Total de Manutenção Contratada}}$                       |

## Anexo 2 Indicadores de Desempenho Técnico

| Nível | Indicadores de Desempenho Técnico   |
|-------|---|
| 1     | $T_1 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Tempo de Manutenção})} \times 100$              |
|       | $T_2 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo Projetado})} \times 100$   |
|       | $T_3 = \frac{\text{Número de Falhas Causadoras de Danos Ambiente}}{\text{Tempo de Calendário}}$   |
|       | $T_4 = \frac{\text{Número de Falhas Causadoras de Danos Pessoais}}{\text{Tempo de Calendário}}$   |
| 2     | $T_5 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Paragens Devido a Falhas})} \times 100$         |
|       | $T_6 = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{(\text{Período de Tempo em Func.} + \text{Período de Paragem devido a Manut. Planeada})} \times 100$ |
|       | $T_7 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Planeada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                             |
|       | $T_8 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Predeterminada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                       |
|       | $T_9 = \frac{\text{Período de Paragem Devido a Manutenção Condicionada}}{\text{Período de Paragem devido a Manutenção}} \times 100$                         |

|   |   |
|---|---|
| 3   | $T_{10} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Ferimentos}}{\text{Número Total de Falhas}} \times 100$   |
|   | $T_{11} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Potenciais Ferimentos}}{\text{Número Total de Falhas}} \times 100$  |
|   | $T_{12} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Perigos Ambientais}}{\text{Número Total de Falhas}} \times 100$   |
|   | $T_{13} = \frac{\text{Número de Falhas que Causaram Potenciais Perigos Ambientais}}{\text{Número Total de Falhas}} \times 100$  |
|   | $T_{14} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número de Trabalhos de Manutenção que Causam Paragens}}$  |
|   | $T_{15} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número de Trabalhos de Manutenção}}$  |
|   | $T_{16} = \frac{\text{Período de Tempo em Funcionamento}}{\text{Número Total de Falhas}}$   |
|   | $T_{17} = \frac{\text{Número Total de Falhas}}{\text{Custo de Substituição}}$   |
|   | $T_{18} = \frac{\text{Número de Sistemas com Análise de Criticidade}}{\text{Número Total de Sistemas}} \times 100$  |
|   | $T_{19} = \frac{\text{Homens Hora Utilizados no Planeamento de Sistemas de Manutenção}}{\text{Total de Homens Hora Utilizados em Atividades de Manutenção}}$            |
|   | $T_{20} = \frac{\text{Tempo de Plan. e Calend. de Atividades de Manut. que Causam Paragens}}{\text{Tempo de Planeamento e Calendarização de Atividades de Manutenção}}$ |
| $T_{21} = \frac{\text{Período de Tempo Necessário para o Reínicio}}{\text{Número Total de Falhas}}$ |   |
| Calend. – Calendarização; Plan. – Planeamento; Manut. – Manutenção; Func. - Funcionamento           |   |

## Anexo 3 – Indicadores de Desempenho Organizacional

| Nível | Indicadores de Desempenho Organizacional   |
|-------|--|
| 1     | $O_1 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}}{\text{Número Total de Funcionários da Organização}} \times 100$                           |
|       | $O_2 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} \times 100$         |
|       | $O_3 = \frac{\text{Número de Funcionários de Manutenção Indiretos da Organização}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção Diretos da Organização}} \times 100$ |
|       | $O_4 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Hora}}{\text{Produção Total de Trabalhador Direto de Manutenção em Homens Hora}}$               |
|       | $O_5 = \frac{\text{Homens Hora em Planeamento e Calendarização de Manutenção}}{\text{Homens Hora de Manutenção da Organização}} \times 100$                        |

|   |  |
|---|--|
|   | $O_6 = \frac{\text{Número de Acidentes de Pessoal da Manutenção}}{\text{Número Funcionários de Manutenção da Organização} \times 10000 \text{ (Rácio de Frequência)}}$                           |
|   | $O_7 = \frac{\text{Homens Hora Perdidos Devido a Acidentes de Pessoal da Manutenção}}{\text{Total de Homens Hora de Pessoal da Manutenção} \times 10000 \text{ (Rácio de Gravidade)}}$           |
|   | $O_8 = \frac{\text{Homens Hora Utilizadas para Manutenção de Melhoria por Pessoal da Org.}}{\text{Homens Hora de Pessoal da Organização}}$   |
| 2   | $O_9 = \frac{\text{Produção do Trabalhador de Manutenção em Homens Hora}}{\text{Produção Total do Trabalhador em Homens Horas}} \times 100$  |
|   | $O_{10} = \frac{\text{Pessoal da Manutenção por Turno}}{\text{Pessoal da Manutenção}} \times 100$  |
| 3   | $O_{11} = \frac{\text{Período de Tempo para Ações Corretivas}}{\text{Período de Tempo de Paragem Total Relacionada com Trabalh. Manut.}} \times 100$   |
|   | $O_{12} = \frac{\text{Homens Hora diretamente Relacionados com a Manut. a Executarem Taref. Mec.}}{\text{Número Total de Horas do trabalhador Diretamente Relacionado com a Manut.}} \times 100$ |
|   | $O_{13} = \frac{\text{Homens Hora diretamente Relacionados com a Manut. a Executarem Taref. Eletr.}}{\text{Número Total de Horas do trabalhador Diretamente Relacionado com Manut.}} \times 100$ |
|   | $O_{14} = \frac{\text{Homens Hora diretamente Relacionados com a Manut. a Trabalharem com Equip.}}{\text{Número Total de Horas do trabalhador Diretamente Relacionado com Manut.}} \times 100$   |
|   | $O_{15} = \frac{\text{Número Total de Funcionários da Organização Polivalentes}}{\text{Número de Funcionários de Manutenção da Organização}} \times 100$   |
|   | $O_{16} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Corretivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$  |
|   | $O_{17} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Corretivas Imediatas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$  |
|   | $O_{18} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Preventivas}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$   |
|   | $O_{19} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$   |
|   | $O_{20} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Ações de Manutenção Condicionada}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$  |
|   | $O_{21} = \frac{\text{Homens Hora Executados em Período Extraordinado}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$   |
| $O_{22} = \frac{\text{Número de Horas de Trabalho Realizadas Dentro do Prazo Previsto}}{\text{Número de Horas de Trabalho Total Previstas}} \times 100$ |  |
| $O_{23} = \frac{\text{Número de Horas de Formação para Trabalhos da Organização}}{\text{Homens Hora Totais para a Manutenção}} \times 100$              |  |

|  |   |
|--|---|
|  | $O_{24} = \frac{\text{Número de Pessoas de Manutenção Direta que Utilizam o Software}}{\text{Número de Pessoas de Manutenção Direta}}$                      |
|  | $O_{25} = \frac{\text{Total Horas por Homem Gastas em Atividades de Planeamento}}{\text{Total Horas por Homem Planeadas para Atividades de Planeamento}}$   |
|  | $O_{26} = \frac{\text{Número de Peças Sobresselentes Fornecidas pelo Armazém, Conforme Solicitado}}{\text{Número Total de Peças Exigidas pela Manutenção}}$ |
|  | <p>Manut. – Manutenção; Taref. – Tarefas; Mec. – Mecânica; Eletr. – Elétricas;<br/>Equip. – Equipamentos;</p>   |