



INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Civil

APLICAÇÃO DE BIM 7D E REALIDADE AUMENTADA EM FACILITY MANAGEMENT

António Miguel Arriaga de Tavares Pestana
Licenciado em Engenharia Civil

Trabalho de Projecto ou Dissertação de natureza científica para obtenção do grau de
Mestre
em Engenharia Civil

Orientador:

Licenciado Especialista, João António Antunes Hormigo

Júri:

Presidente: Doutor Filipe Manuel Vaz Pinto Almeida Vasques

Vogais:

Doutora Ana Cristina Gaminha Ribeiro Borges de Azevedo

Dezembro 2019

Dedicatórias:

Um ein Versprechen zu halten.....

Agradecimentos:

Os meus agradecimentos estendem-se a todos os que de alguma maneira me ajudaram na conclusão desta empreitada, família e amigos e claro à Pintas! No entanto gostaria de destacar o meu orientador o Eng.º João Hormigo, por toda a paciência apoio e conselhos, sem os quais este trabalho seria impossível de concluir.

A todos os membros das equipas que acompanhei e conheci: Vando Daniel, Hugo Felício, Luís Costa, Ricardo Santos, Renato Carvalho, Carlos Castanheira, Weslen Lima, António Brito Lima, Miguel Macedo, Francisca Carmo, Nuno Gomes, Maria João Cortesão, Bruno Jorge Azevedo.

Resumo

A aplicação de novas tecnologias com base na sensorização crescente e na IoT, tem vindo a revolucionar todos os âmbitos e aspectos da nossa vida, em muitos casos facilitando e agilizando o que foram em tempos, consideradas tarefas morosas e dispendiosas.

Em Facility Management este avanço tem sido traduzido num enorme benefício para todas as partes envolvidas na gestão e operação de uma edificação, possibilitando a coordenação das atividades a realizar, facilitando a comunicação fluida e colaborativa entre equipas e agilizando a partilha de informação, que se pretende em tempo real. Assim, é possível otimizar as intervenções de manutenção, redesenhando planos de manutenção de equipamentos e sistemas, menos generalistas e mais focados no desempenho eficiente que se pretende atingir – zero falhas inesperadas – zero interrupções de serviço. A resolução de uma falha pode ser muito mais expedita, utilizando sensores, informatização na gestão de sinais e sistemas de controlo inteligente.

O presente trabalho final de mestrado serve para expor e estudar a aplicação da RA (realidade aumentada) e BIM 7D, num edifício de serviços de grande dimensão e complexidade técnica, nomeadamente dos sistemas de engenharia mecânica. O estágio realizado junto da empresa prestadora dos serviços de manutenção das infraestruturas técnicas, permitiu uma melhor e mais directa recolha de informação, sendo assim mais fácil a verificação dos impactes da aplicação da gestão inteligente nessa manutenção. Adicionalmente o acesso e a selecção de casos de estudo, permitirá a análise e a apresentação de resultados, com propostas de melhoria, tendo por base o BIM 7D e a Realidade Aumentada (RA).

Palavras Chave: Facility Management, BIM, Realidade Aumentada, Sistemas de Gestão de Edifícios.

Abstract

The application of new technologies based on the growing sensorization and IoT, has been revolutionizing all aspects of our life, in many cases enabling us to expedite tasks we used to consider slow and expensive.

In Facility Management this advanced has been translated so far in a tremendous benefit for all parties involved in the management of a building, making it possible the coordination of the tasks to be performed, making the communication simpler and more cooperative between teams and expediting information and objectives sharing in real time. This way it is possible to optimize the maintenance intervention, revising plans of maintenance in equipment and systems making them more focused on the desired performance – zero failures – zero service interruptions. The resolution of a failure can be expedited using sensors, computerization in the control systems and smart control units.

This work serves to expose and study the application of AR and BIM7D, in a building of considerable dimension and a high level of complex systems, namely mechanical systems. The internship performed with the company responsible for the maintenance of the technical systems of the building enabled a better and more direct gathering of information, making it easier to verify the direct impacts of the application of smart computing in the maintenance. Additionally, the access and a selection of case studies, will allow the analyses and presentation of results, with propositions for improvement, based in BIM 7D and AR.

Key Words: Facility Management, BIM, Augmented Reality, Building Management Systems.

Lista de Acrónimos:

BIM – Building Information Modeling

FM- Facilities Management

3D – Tridimensional

4D – 3D com a adição do parâmetro tempo

5D – 4D com a adição do parâmetro Custos

6D – 5D com a adição do parâmetro Sustentabilidade

7D – 6D com o parâmetro de Manutenção

AIA (American Institute of Architects)

LOD (Level of Development)

BMS – Building Management Systems

GTC – Gestão Técnica Centralizada

RA – Realidade Aumentada

IoT – Internet of Things

M.O – Mão de Obra

AVAC – Aquecimento Ventilação e Ar Condicionado

Índice

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJECTIVOS E MOTIVAÇÃO	2
1.3 ESTRUTURA DO DOCUMENTO	3
2 ESTADO DE APLICAÇÃO DO BIM.....	5
2.1 NACIONAL	5
2.2 INTERNACIONAL	6
<i>Estados Unidos da América</i>	8
<i>China</i>	9
<i>Reino Unido</i>	9
<i>Países Baixos</i>	10
<i>Itália</i>	10
<i>Singapura</i>	11
3 BIM MODELAÇÃO 3D	12
3.1 ENQUADRAMENTO	12
3.2 BENEFÍCIOS DO BIM.....	13
3.3 MODELO TRIDIMENSIONAL (3D)	16
3.3.1 <i>Níveis de Desenvolvimento (Level of Development)</i>	16
3.3.2 – <i>Objectos Paramétricos</i>	18
3.3.3 - <i>Interoperabilidade</i>	19
3.3.4 - <i>IFC</i>	20

4 - OUTRAS FERRAMENTAS BIM	23
4.1 - BIM 4D	23
4.2 – BIM 5D.....	24
4.3 – BIM 6D.....	25
5 – REALIDADE AUMENTADA E BIM 7D	28
5.1 - INTRODUÇÃO	28
5.1.1 - CRIAÇÃO	29
5.1.2 – Utilização	31
5.1.3 - Requisitos (Equipamento).....	33
5.2 - APLICAÇÃO À MANUTENÇÃO	34
5.2.1 - Pré-requisitos	34
5.2.2 - Vantagens para a Equipa de Manutenção (ótica do utilizador)	34
5.3 - ANÁLISE FINANCEIRA.....	35
5.3.1- Custos de Implementação	35
5.3.2 - Retorno esperado.....	36
6 - REALIDADE AUMENTADA E DOMÓTICA (GTC)	38
6.1- INFORMAÇÃO EM TEMPO REAL	38
7 – CASO DE ESTUDO	44
7.1 – ENQUADRAMENTO	44
7.2 - EXPOSIÇÃO DE CASOS DE ESTUDO	50
<i>Colocação de ventilador no piso 7</i>	<i>51</i>
<i>Verificação de estado e reparação das bombas da central hidráulica dos sistemas de AVAC.</i>	<i>54</i>

<i>Instalação de nova bomba de calor</i>	57
<i>Reparação da bomba de calor existente</i>	60
<i>Intervenção de piquete</i>	62
7.3 – CASO GENÉRICO E CENÁRIOS SE	64
8 - CONCLUSÕES	68
BIBLIOGRAFIA	70
ANEXOS	77
ANEXO A – FOLHAS DE DADOS ORÇAMENTOS NOVA BOMBA DE CALOR.....	77
ANEXO B – FOLHAS DE DADOS DE ORÇAMENTOS REPARAÇÃO BOMBA DE CALOR	78
ANEXO C -FOLHAS DE DADOS DE ORÇAMENTO VENTILADOR	79
ANEXO D – FOLHAS DE DADOS DE ORÇAMENTO ROLAMENTOS	80
ANEXO E – DADOS TRATADOS	83

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - IMPLEMENTAÇÃO DE LEGISLAÇÃO BIM, [10]	7
FIGURA 2 - DIFERENTES NÍVEIS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM, [8]	8
FIGURA 3 - CICLO DE VIDA DE UM EDIFÍCIO NO PROCESSO BIM, [21]	13
FIGURA 4 - BENEFÍCIOS DE BIM, ADAPTADO DE [24]	14
FIGURA 5 - ESTRUTURA DE DADOS IFC, ADAPTADO DE [36]	21
FIGURA 6 - EXEMPLO DE CLASH DETECTION EM BIM, ADAPTADO DE [37]	22
FIGURA 7 - BIM 4D, ADAPTADO DE [39]	23
FIGURA 8 - BIM 5D, ADAPTADO DE [40]	24
FIGURA 9 - BIM 6D, ADAPTADO DE [43]	26
FIGURA 10 - REPRESENTAÇÃO DO EXEMPLO DESCRITO, ADAPTADO DE [43]	27
FIGURA 11 - UTILIZAÇÃO DE R.A. NA AVIAÇÃO, ADAPTADO DE [46]	28
FIGURA 12 - INTEGRAÇÃO DE BIM 7D COM R.A. , ADAPTADO DE [47]	29
FIGURA 13 - R.A. COM RECURSO A S.L.A.M, ADAPTADO DE [48]	30
FIGURA 14 - R.A. COM RECURSO A MARCADOR, ADAPTADO DE [49]	30
FIGURA 15 - R.A. COM BASE EM LOCALIZAÇÃO, ADAPTADO DE [48]	31
FIGURA 16 - PREVISÃO DA EVOLUÇÃO DO MERCADO DE R.A [49]	32
FIGURA 17 - ALGUNS DOS SISTEMAS DE POSSÍVEL INTEGRAÇÃO NUM SISTEMA GTC, ADAPTADO DE [54]	38
FIGURA 18 - ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE AVAC	46
FIGURA 19 - BOMBA AXIAL, ADAPTADO DE [59]	47
FIGURA 20 - TIPOS DE BOMBA HIDRÁULICA, ADAPTADO DE [58]	47

FIGURA 21 - FUNCIONAMENTO DE UM SISTEMA CHILLER, ADAPTADO DE[59]	48
FIGURA 22 - ESQUEMA DE EQUIPAMENTO UTAN, ADAPTADO DE[60]	49
FIGURA 23 - VIGA ARREFECIDA, ADAPTADO DE[61]	49

ÍNDICE DE TABELAS:

TABELA 1 - CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE DESENVOLVIMENTO, ADAPTADO DE [27]	16
TABELA 2- CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE CUSTO NUMA HORA	36
TABELA 3- FUNÇÕES DE UM SISTEMA G.T.C	39
TABELA 4 - COMPOSIÇÃO DA EQUIPA DE MANUTENÇÃO	44
TABELA 5 - DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO	45
TABELA 6 - VALORES HORA ATRIBUIDOS	50
TABELA 7 - TEMPO PREVISTO PARA COLOCAÇÃO DE UM VENTILADOR.....	51
TABELA 8 - ORÇAMENTO PARA INSTALAÇÃO DO VENTILADOR.....	52
TABELA 9 - EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO DO VENTILADOR.....	53
TABELA 10 - DISCREPÂNCIA ENTRE ORÇAMENTO E EXECUÇÃO DA INSTALAÇÃO DO VENTILADO -.....	53
TABELA 11 - RESUMO DA INSTALAÇÃO DO VENTILADOR.....	53
TABELA 12 – TEMPO PREVISTO PARA SUBSTITUIÇÃO DE ROLAMENTOS	55
TABELA 13 - ORÇAMENTO PARA SUBSTITUIÇÃO DE ROLAMENTOS	55
TABELA 14 - EXECUÇÃO DA SUBSTITUIÇÃO DOS ROLAMENTOS.....	56
TABELA 15 - DISCREPÂNCIA ENTRE ORÇAMENTO E EXECUÇÃO, SUBSTITUIÇÃO ROLAMENTOS.....	56
TABELA 16 - RESUMO DA SUBSTITUIÇÃO DOS ROLAMENTOS.....	56
TABELA 17 - TEMPO PREVISTO PARA INSTALAÇÃO NOVA BOMBA DE CALOR	57
TABELA 18 - ORÇAMENTO PARA NOVA BOMBA DE CALOR.....	58

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - PERCENTAGEM DE MÃO DE OBRA NO ORÇAMENTO	52
GRÁFICO 2 - DURAÇÃO DA INSTALAÇÃO DO VENTILADOR.....	54
GRÁFICO 3 - PERCENTAGEM DE PESO DE MÃO DE OBRA NO ORÇAMENTO, ROLAMENTOS	55
GRÁFICO 4 - DURAÇÃO SUBSTITUIÇÃO DOS ROLAMENTOS	57
GRÁFICO 5 - PERCENTAGEM DE MÃO DE OBRA PARA NOVA BOMBA DE CALOR.....	58

1 Introdução

1.1 Enquadramento

Os avanços tecnológicos servem para otimizar, agilizar e facilitar processos tornando-os mais automáticos, menos dependentes do desempenho de equipas técnicas. Atingindo assim níveis mais elevados de *output* em termos de volume e de eficiência.

O BIM (Building Information Modeling) surge desse mesmo intuito, pensado para em muito melhorar e facilitar as actividades ligadas ao sector de construção e de gestão de património imobiliário, e como toda a tecnologia, também com os seus avanços rapidamente evoluiu para colmatar outras falhas ou proporcionar outras melhorias. Tal tem sido demonstrado com as diferentes dimensões de BIM desde o modelo tridimensional 3D até à aplicação a operações de manutenção – BIM 7D.

Nos seus primórdios a manutenção consistia apenas na realização de limpezas, não havendo qualquer preocupação em reparar antes da ocorrência de falha. Com a evolução tecnológica de equipamentos e sistemas, aliada a uma competitividade crescente numa economia global, a intervenção antes da falha tornou-se rotina, pois a perda de produtividade associada a falhas intempestivas surge como um fator relevante e potenciador de perda de negócio das organizações.

O BIM permite que não só a manutenção seja cada vez mais eficiente, fácil e menos dispendiosa, mas também que a gestão de operações de todo o espaço seja mais eficiente inteligente e expedita, abrangendo todos os campos desde a gestão de espaços, implementação de melhorias até á redução de consumos do edifício.

1.2 Objectivos e motivação

O presente trabalho tem como foco principal o estudo da introdução de realidade aumentada e de BIM 7D nos planos de manutenção.

Existindo uma larga margem de melhoria nos planos de manutenção e na forma como a manutenção é encarada pelas organizações, a implementação de novas TIC (tecnologias de informação e comunicação) em muito serve de plataforma para essa melhoria, em concreto a implementação de BIM.

Por variados motivos, cada vez mais, as equipas de manutenção deixam de ter TMR (técnicos de manutenção residente) passam a ter uma maior rotatividade de especialistas, sendo que os mesmos podem estar alocados a mais do que um local. Assim, a colmatação da falha de informação e de registos, pode ser feito com recurso a BIM 7D e a utilização de realidade aumentada reduz as possíveis falhas na aplicação da mesma informação, e na mais rápida detecção de erros.

Noutro prisma, a aplicação desta tecnologia permite também dotar todos os intervenientes na manutenção com toda a informação sobre a mesma, criando assim um nível de transparência sem precedentes no meio e facilitando a implementação e estudo de medidas de melhoria, tanto a nível de eficiência de serviço como de eficiência do comportamento do edifício. Podendo inclusive guiar membros da operação do edifício com informação suficiente para a resolução de problemas mais simples em situações em que um técnico residente não esteja disponível.

O TFM desenvolvido, teve como objectivo uma análise concreta dos impactos reais que a implementação poderá ter num edifício de serviços de grande dimensão, medindo e avaliando a viabilidade e justificabilidade da mesma num edifício em concreto de forma a extrapolar essa informação para o caso geral.

1.3 Estrutura do Documento

O TFM é composto por 7 capítulos.

Designadamente:

- **Capítulo 1- Introdução;** capítulo onde é explorada uma primeira abordagem ao conteúdo do TFM, expostas as motivações e objectivos do mesmo assim como a problemática que será abordada e as soluções para a mesma. Será também exposta a duração prevista e tarefas necessárias para a sua realização.
- **Capítulo 2 - Estado da aplicação do BIM;** capítulo onde é explorada, a nível nacional e internacional, a implementação de BIM, incidindo sobre os diferentes graus de implementação em cada zona geográfica, entidades envolvidas e as perspectivas futuras nos diversos casos. Será também realizada uma revisão sobre legislação vigente. O objectivo deste capítulo será expor a difusão e adopção de BIM.
- **Capítulo 3 – BIM e a modelação 3D;** capítulo onde é explorado o conceito BIM tridimensional, desde a sua função aos seus limites e benefícios. Será realizada uma exposição aos diversos aspectos de modelação em BIM desde os níveis de detalhe, à parametrização de objectos aos níveis de Industry Foundation Class (IFC). Também será explicada a interoperabilidade entre os sistemas.
- **Capítulo 4 – Outras ferramentas BIM;** capítulo onde é explorado a existência de outras ferramentas BIM e as funções. Serão abordadas em concreto as dimensões de BIM; 4D referente a implementação da dimensão tempo no modelo a qual pode ser traduzida de forma sucinta em prazos e durações, a 5D que inclui a parte financeira de uma edificação ou seja a orçamentação e por fim a 6D sendo esta alusiva a sustentabilidade e parte ecológica da operação do edifício durante o seu ciclo de vida.[1]
- **Capítulo 5 – Realidade Aumentada e BIM 7D;** capítulo onde é explorado o 7D de BIM e a ferramenta de realidade aumentada; será também exposta a sua utilização na manutenção, vantagens, necessidades de implementação e uma análise de viabilidade económica de implementação.

- **Capítulo 6 – Realidade Aumentada e Domótica**, capítulo onde é explorada, a tecnologia de RA (realidade aumentada) e de Domótica. Será feita uma breve nota introdutória onde será explicada a sua evolução temporal, as suas vantagens e debilidades, Será principalmente focada a capacidade de transmissão de informação em tempo real, combinado a domótica e a RA.
- **Capítulo 7 – Caso de estudo**; este capítulo servirá para a apresentação das conclusões alcançados no decorrer de estágio realizado no âmbito de FM (Facility Management) e na apresentação de possíveis melhorias com a implementação desta tecnologia.

2 Estado de aplicação do BIM

2.1 Nacional

Em Portugal, a utilização de modelação com recurso a ferramenta BIM ainda é pouco difundida, no entanto é de notar um crescimento na utilização do BIM com especial relevância entre empresas de maior dimensão[2]. As vantagens da utilização de BIM tornam-se mais evidentes aquando da construção de novos edifícios ou na exploração e manutenção de ativos imobiliários de grande valor patrimonial[3]. Apesar dos elevados custos inerentes à implementação de BIM a crescente adesão pode ser atribuída às vantagens obtidas pela utilização da mesma[4].

Começando a utilização a ser difundida, torna-se pertinente a criação de normas e regulamentos. Existindo já para este propósito um grupo de trabalho a nível europeu, a nível nacional criou-se um grupo de trabalho específico para o mesmo propósito. Assim o CEN (Comissão de Normalização Europeia) delegou no IPQ (Instituto Português da Qualidade) a responsabilidade de condução da Comissão Técnica do BIM, tendo esta Comissão a finalidade de facilitar a integração das normas nacionais e europeias e evitando conflitos entre as mesmas[5]. A coordenação da Comissão Técnica de normalização BIM, a CT197, foi atribuída ao grupo liderado pelo Instituto Superior Técnico como o Organismo de Normalização Setorial(ONS/IST)[6]. Esta, por sua vez, actua como uma comissão espelho do CEN/TC442 e ISO/TC59 sendo a mesma responsável por alguns desenvolvimentos relevantes como: Guia para contratação BIM; Plano de execução BIM; Metodologias BIM; Especificações para bibliotecas de objectos e propriedades e Plano de implementação de maturidade BIM[7]

Considerando o supra mencionado, a criação de outros organismos correlacionados com esta temática é espectável, podendo ser tido como exemplo da AEC (Arquitectura, Engenharia e Construção) de onde surge o GT BIM. Este grupo é formado por vários profissionais com experiência em BIM de diferentes ramos de atividade, sendo a AEC o elemento de ligação. O GT BIM é uma plataforma que “procura promover a reflexão sobre o sector, apoiar iniciativas e projetos de investigação, incitando o desenvolvimento e inovação, que possam contribuir para o aumento da competitividade do sector,

promovendo a ligação entre as empresas, e entidades do Sistema Científico e Tecnológico”[8].

Outro grupo criado foi o BIMForum Portugal (www.bimforum.com.pt), composto por um grupo similar ao supra referido, com o intuito de estar na vanguarda da promoção e disseminação do BIM em Portugal e de acelerar a integração do BIM na metodologia de trabalho nacional.

Foram também iniciados diversos cursos em BIM promovidos por diferentes entidades entre as quais: Ordem dos Engenheiros, a Universidade do Minho, o Instituto Superior Técnico e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto[9].

Todas estas iniciativas, independentemente das suas origens e dos seus diferentes impactos e abordagens, demonstram uma clara vontade, a nível nacional, de colmatar a discrepância de utilização de BIM com outros países tanto europeus como de outros continentes.

2.2 Internacional

Sendo este avanço de significância ímpar para o sector da construção e respectivas indústrias satélites, compreende-se que a sua utilização seja cada vez mais disseminada e inclusive de carácter obrigatório em alguns locais, como o Reino Unido, Singapura e Itália.

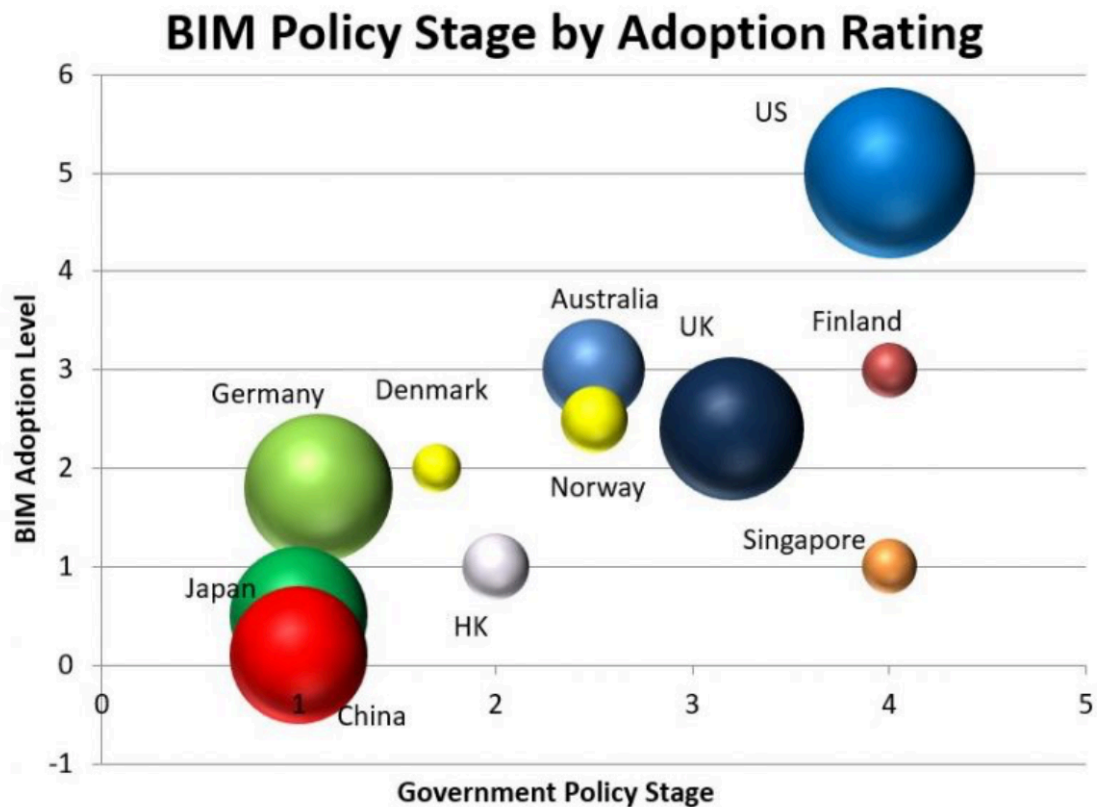


Figura 1 - Implementação de Legislação BIM, [10]

O grau de implementação de BIM pode ser medido usando uma escala de 3 graus, desenvolvida no Reino Unido; esta escala foi organizada de uma forma simples que considera quatro níveis distintos de implementação:” O primeiro nível, **nível zero**, corresponde à utilização de ficheiros CAD, tipicamente partilhados em papel, ou sem normalização técnica que regule essa partilha. No grau de implementação de **nível um** estão compreendidos projetos em CAD 2D ou 3D, havendo partilha de ficheiros gerida por normalização, pelo que há a definição de procedimentos colaborativos. É considerado que o **nível dois** é atingido quando os modelos BIM substituem os tradicionais ficheiros CAD, havendo partilha de informação de acordo com processos já definidos para o nível anterior, sendo este o objetivo traçado no Reino Unido para atingir até 2016. O ultimo nível definido é o **nível três**, no qual toda a informação é criada e gerida por modelos BIM, havendo normalização dedicada a esta nova forma de trabalho, otimizando processos colaborativos, sendo que toda a informação gerada é integrada e interoperável entre os intervenientes e disponibilizada através de plataformas web” [8]

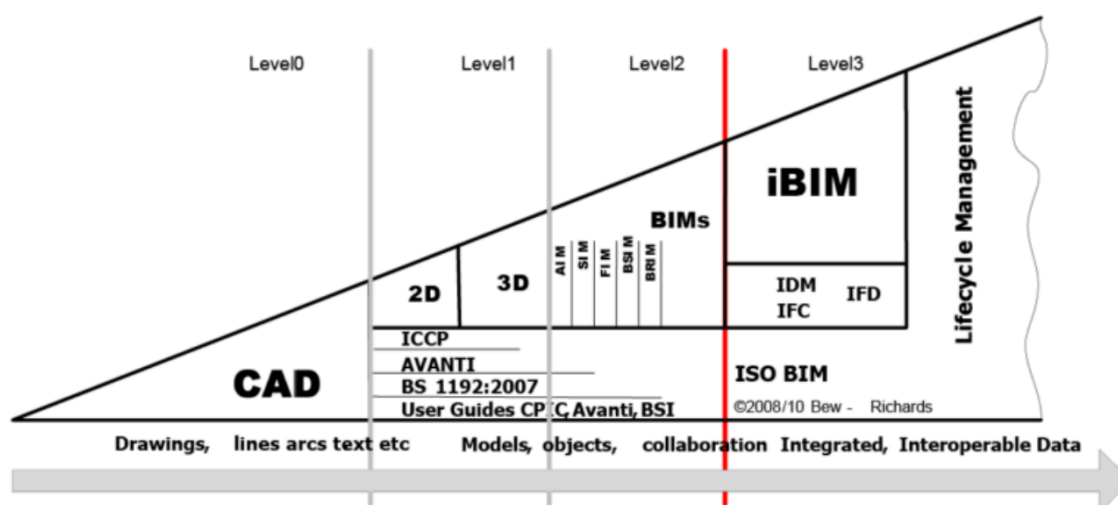


Figura 2 - Diferentes níveis de implementação BIM, [8]

Algumas das zonas geográficas que se revelam pertinentes para o estudo desenvolvido neste TFM são as seguintes:

- Estados Unidos da América
- China
- Reino Unido
- Países Baixos
- Itália
- Singapura

Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos da América a utilização de BIM começou nos anos 70, especificamente em 1975 com a publicação do estudo de Charles Eastman intitulado Building Description System (BDS)[10]. Apesar deste facto até à data não existe nenhuma obrigatoriedade legal relativamente à utilização de BIM, não obstante a nível do governo norte americano vários departamentos da administração pública estatal criaram os seus próprios critérios para a utilização de BIM. Tal facto deve-se a grande adesão e aposta em BIM nos últimos anos [11]. A GSA (General Services Administration) planeou a implementação de BIM 3D e 4D em 2003, sendo que o plano estabelecia políticas de obrigatoriedade de utilização de BIM para todos os projectos de edifícios de

serviços públicos.[12]. Paralelamente, várias empresas privadas tem apostado em BIM aumentando assim as verbas de investimento alocadas ao mesmo, actualmente mais de 72% das empresas usam BIM nos Estados Unidos da América.[13]

China

Na China a exploração e implementação de BIM começou em 2001 com a criação de um plano de integração por parte do MOHURD (MINISTRY OF HOUSING AND RURAL-URBAN DEVELOPMENT) que deverá estar em integração total em 2020, altura pela qual os projectistas e profissionais da área de construção deverão ter já mestria sobre BIM e as suas aplicações. Este plano não é de obrigatoriedade legal pelo que não se consegue prever o seu impacto real e níveis de aceitação. É no entanto previsível a existências de barreiras à sua implementação na metodologia de construção chinesa devido a questões culturais e tradicionais[12]. Devido a esta resistência os níveis de adopção de BIM nas empresas de construção era inferior a 15% em 2012.[14] Dentro do território chinês de Hong Kong tem uma posição de destaque; a mesma deve-se ao facto de muitos departamentos do governo local já estarem em nível 2 de implementação de BIM .[13]

Reino Unido

O Reino Unido tem um nível de implementação de BIM bastante elevado.[13]. Um exemplo deste facto é a obrigatoriedade legal de entrega de projectos em BIM para concursos públicos, e a necessidade de o concorrente ser classificado como nível 2, na escala de implementação de BIM, para poder submeter uma proposta a um concurso financiado pelo estado. Os números da indústria de construção inglesa confirmam uma adopção de BIM em cerca de 54%, em 2016, desde a obrigatoriedade legal imposta pelo governo[14]. Esta implementação tem como metas, definidas no documento estratégico Construction 2025, a redução em 33% dos custos iniciais e os decorrentes da exploração durante a vida útil dos ativos, a redução em 50% do tempo de construção desde o projecto à sua finalização, e a redução também em 50% tanto da emissão de gases com efeito de estufa e do défice comercial dos produtos e materiais de construção.[7]

Países Baixos

A utilização de BIM nos Países Baixos tem tido um crescimento muito elevado, sustentado em grande parte por grandes clientes públicos como a CGREA (Central Government Real Estate Agency) que exige a utilização de BIM. Consequentemente, os Países Baixos têm uma das taxas de adopção mais altas do mundo. A larga utilização de BIM neste caso deu origem à criação de vários protocolos para o intercâmbio de processos de semântica e de informação desde o VISI (que forma a base para a troca de informação entre os grupos de construção), e o COINS (que se refere a uma norma complementar Holandesa para a troca de informação digital com o apoio de engenharia de sistemas). Sendo um dos maiores clientes públicos e líder na implementação de BIM actualmente, o Rijkswaterstaat (Dutch General Directorate for Public Works and Water Management) é responsável pela construção, manutenção e gestão de todas as infraestruturas públicas nos Países Baixos e também o pioneiro e maior defensor de utilização de um sistema de BIM aberto em todos os projectos de infraestruturas na Europa.[12]

Itália

Dia 1 de Dezembro de 2017 foi assinado em Itália o “Decreto BIM”, que tem como intuito a implementação da obrigatoriedade de utilização de ferramentas BIM de forma progressiva. Este decreto veio complementar o art.º 23 do novo Código de Aquisições que é responsável pela definição dos procedimentos e cronograma de obrigatoriedade de uso de BIM. As metas para a implementação de BIM estabelecidas em Itália são as seguintes segundo [14]:

- Até 2019 – Obrigação de metodologia BIM para empreitadas de valor superior a cem milhões de euros.
- Entre 2019 e 2021 – Utilização de BIM para empreitadas com um elevado número de intervenientes e com elevada complexidade de normas de segurança
- A partir de 2020 – Implementação de BIM em plena capacidade, tornando-se obrigatória para todo o trabalho regular, excepto residencial que não envolva problemas de segurança no trabalho

- Em 2025 – Aplicação obrigatória para todos os projectos inferiores a um milhão de euros.

Este planeamento e metas de implementação foram impostas de forma a garantir uma transição suave e atempada dando tempo para a formação de mão de obra apta para trabalhar em BIM. O uso de plataformas interoperáveis será considerado utilizando formatos abertos como o IFC. [15]

Singapura

Em Singapura a BCA (Building and Construction Authority) identificou BIM como uma componente chave para o desenvolvimento da indústria de construção. Como tal, em 2010 promoveu o desenvolvimento de um plano para a implementação até 2015,[13], com o objectivo de que 80% da indústria o normalizasse. De forma a garantir este objectivo foi imposto legalmente que os projectos de engenharia e arquitetura com áreas superiores a $5000m^2$ fossem submetidos em BIM[16]. Considerando as várias vantagens que advêm da utilização de BIM o governo de Singapura por intermédio da BCA criou um novo plano estratégico, tendo este como foco a utilização de BIM 7D (Facility Management) e Smart City.[12]

3 BIM MODELAÇÃO 3D

3.1 Enquadramento

Sendo a Engenharia Civil um sector que na sua participação na história moderna tem tido poucos avanços, de entre os quais se podem destacar, a invenção do elevador em 1853[17] e a invenção do cimento Portland em 1824[18], o BIM surge como um novo avanço com capacidade de otimizar os planeamentos de construção, reduzindo tempo e custos, e permitindo uma comunicação directa e clara entre todos os intervenientes de uma empreitada.

O Conceito BIM vem no séc. XXI dar um novo passo de inovação, servindo como uma poderosa ferramenta de planeamento e de controlo, pois permite a redução de custos e de tempo inerentes a qualquer nova edificação, mas também em intervenções em construções existentes.[19]

Começando a ser desenvolvido na década de 90 como a introdução de um modelo de representação tridimensional de arquitectura e de diversas especialidades de engenharia, representou um expressivo avanço tecnológico face aos modelos a 2 dimensões até então existentes[10]. Esses projectos na altura de 3D começaram a ser enriquecidos com informação adicional, nomeadamente: quantidades de materiais e de mão-de-obra a serem empregues, mapas de preços e cronogramas de execução, tendo este enriquecimento de informação, associado à modelação tridimensional, passado a ser designado por Building Information Modeling (BIM). Com os avanços nesta nova plataforma multidisciplinar foi possível a partilha e acesso a mais informação durante o ciclo de edificação de um imóvel, podendo a mesma ser discriminada e especificada a cada utilizador de acordo com o seu interesse.[20]

Torna-se de fácil compreensão que a dinâmica da construção é significativamente alterada com a introdução e divulgação de BIM, dotando todo o processo com um nível de comunicação interdisciplinar e de transparência que nunca antes fora atingido.

A par com este nível de transparência vem a vantagem de em projecto ser possível detetar conflitos entre especialidades (clash detection), visualização imediata de cortes e alçados e de qualquer parte do imóvel em 3D em tempo imediato, permitindo também um controlo muito mais intenso sobre os custos e sobre os prazos. Desta forma cria-se a possibilidade de avaliar a eficiência das equipas e de todas as partes envolvidas no processo, o que permite ajustes em tempo real e facilita a tomada de decisão pois a informação é transmitida em tempo real de forma mais rigorosa, a todos os intervenientes.[20]

Na figura 3, representa-se esquematicamente o ciclo do BIM

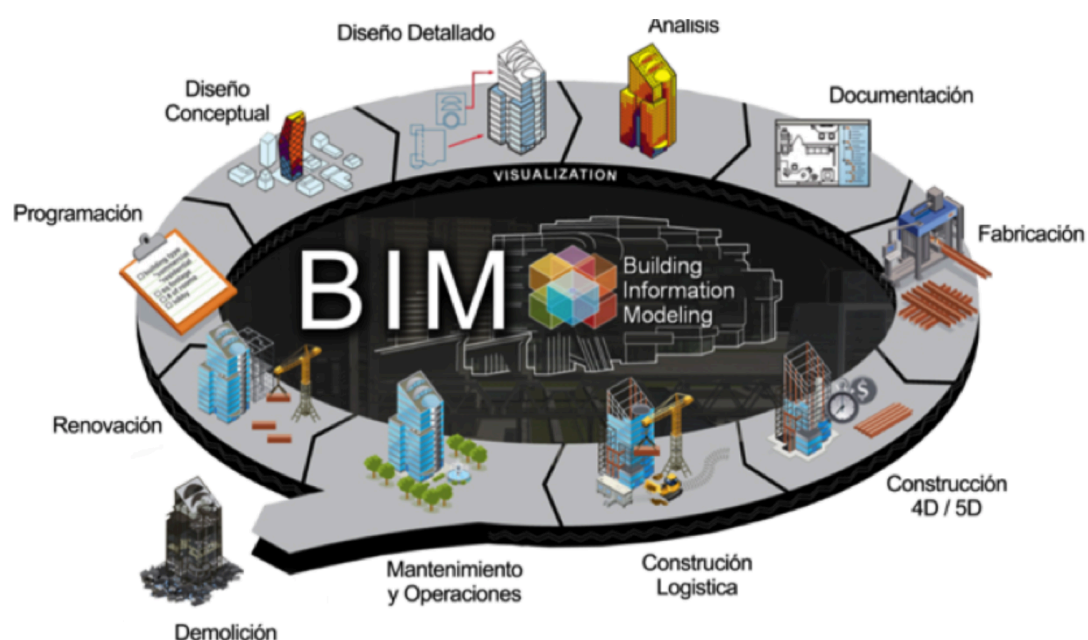


Figura 3 - Ciclo de vida de um edifício no processo BIM, [21]

3.2 Benefícios do BIM

A utilização do BIM traz largas vantagens para todos os intervenientes numa empreitada, desde o planeamento e concepção passando pela operação, gestão e manutenção.

A interdisciplinaridade, a rapidez e clareza inerentes à utilização do BIM são as vantagens mais evidentes; com elas facilmente se deduzem dois dos mais vantajosos benefícios do BIM; a redução de erros de projecto provenientes de conflitos entre especialidades e a redução de tempo de empreitada.[22]. Estes dois benefícios têm associada a redução de custo. Ocorre a redução de erros de projecto, reduzindo-se significativamente os mesmos, com uma conseqüente redução de tempo de obra, redução de custos de seguros, de contratos de mão de obra, de licenças camarárias, de electricidade e outros consumíveis e de todos os equipamentos ou serviços existentes numa obra, ou seja um impacto directo em vários âmbitos de uma empreitada e transversal a todos os intervenientes.[23]

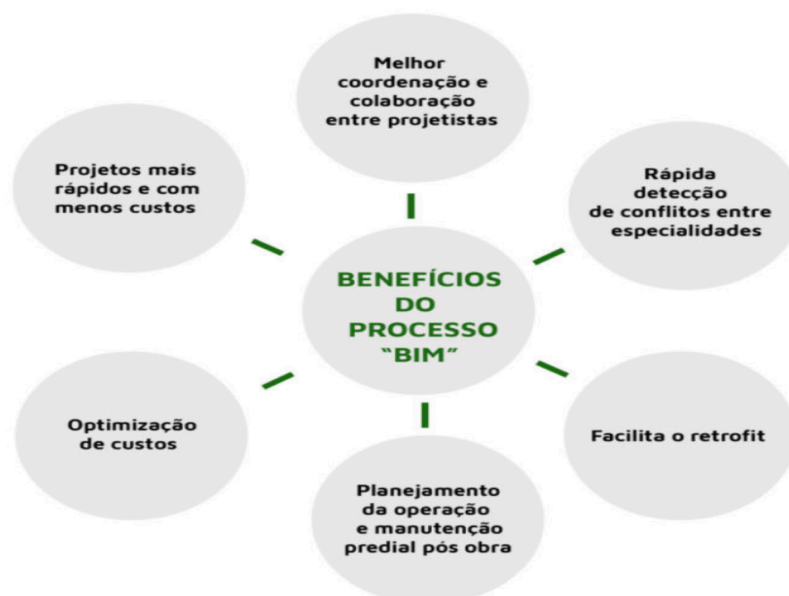


Figura 4 - Benefícios de BIM, adaptado de [24]

Outros dois grandes benefícios são aproveitados pelos gestores do edifício, pois a existência de um modelo tridimensional preciso onde consta informação detalhada dos equipamentos existentes, vem facilitar operações de retrofit e a capacidade de melhor planeamento de operações de manutenção[25]. A título de exemplo pode-se apresentar o caso de um gabinete num edifício onde é necessário colocar um sistema de extração de fumos exclusivamente alocado ao gabinete em questão. Numa situação normal seriam necessárias deslocações para efectuar medições, consultar os projectos de estrutura e de especialidades; com a aplicação de BIM no mesmo cenário com muito maior brevidade

se poderia não só determinar a solução óptima utilizando o mínimo de material possível, mas também se poderia com maior precisão e agilidade analisar a envolvente e todas as condicionantes a esta modificação.

Outras situações poderiam passar por alteração de mobiliário e verificação de medidas e passagem dos mesmos, a um nível mais específico a alteração de determinadas componentes funcionais de um edifício, como bombas e sistemas de AVAC e imediatamente verificar se conseguem responder as solicitações do mesmo e se não existem condicionantes impeditivas da sua aplicação. Estas situações são um exemplo das vantagens de BIM aplicadas às operações de um edifício, a 7D de BIM. É de salientar que esta aplicação não só reduz o custo de operação do activo imobiliário, como pode também aumentar a sua vida útil devido à correcta e atempada execução dos planos de manutenção.

Assim, em suma, os grandes benefícios do BIM são segundo [26]:

- Redução de custos
- Redução de tempo de empreitada
- Optimização de Manutenção
- Facilidade em execução de alterações de utilização ou de adaptações a novas funcionalidades
- Melhor planeamento das diferentes fases de construção do projeto
- Modelação através de dados que apresentam as suas propriedades físicas definidas
- Capacidade de detecção de conflitos
- Aumento de produtividade
- Condenação da informação do projecto em apenas um modelo BIM

3.3 Modelo Tridimensional (3D)

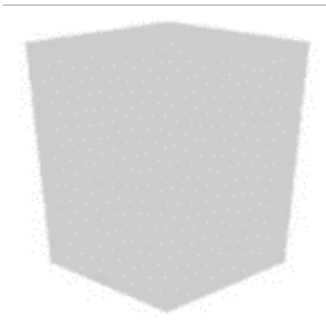
3.3.1 Níveis de Desenvolvimento (Level of Development)

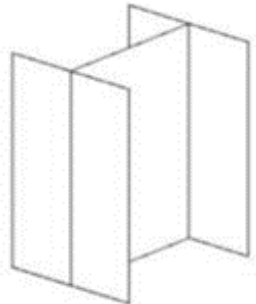


Os Níveis de desenvolvimentos ou LOD (Level of Development) são métricas utilizadas para quantificar a informação contida num modelo, sendo a correlação entre os mesmos de aumento, quanto maior o LOD maior a quantidade de informação e detalhe contidos no modelo [8].

Esta caracterização criada pela AIA (American Institute of Architects) em 2008, definiu cinco níveis de LOD, variando entre o 100 e o 500, para caracterizar a quantidade de detalhes que um dado modelo BIM contém. O AIA também implementou que os LOD definidos não estão sujeitos a normas, podendo assim o utilizador definir o nível que achar necessário[27].

Os LOD variam entre 5 níveis distintos, sendo os mesmos representados na tabela seguinte.

Tabela 1 - Classificação do nível de desenvolvimento, adaptado de [27]

LOD 100	
<p>O elemento do modelo pode ser representado graficamente através um símbolo que seja intuitivo, através de uma representação genérica, mas que com isto não satisfaça os requisitos mencionados no LOD 200. Esta informação está relacionada apenas com as várias massas do edifício, isto é, pode oferecer uma estimativa de custo inicial, por exemplo.</p>	
LOD 200	

<p>Representação do elemento graficamente como uma reprodução esquemática genérica. Tem como finalidade estimar aproximações do tamanho, forma, quantidade, orientação e localização. Informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos que constituem o modelo.</p>	
<p>LOD 300</p>	
<p>Um determinado elemento do modelo já contém informação gráfica como elemento específico. É possível extrair desenhos de construção, podendo ser usados também, para simulações detalhadas dos elementos previstos</p>	
<p>LOD 400</p>	
<p>O elemento encontra-se no modelo com capacidades para fabricação, montagem e já dispõe de informações sobre a instalação. Este LOD é indicado para ser utilizado por empreiteiros durante o processo construtivo, o qual contém informações precisas sobre geometria, localização e quantidades.</p>	
<p>LOD 500</p>	

Último dos níveis de representação reproduz o modelo final tal e qual foi construído (as-built). O modelo é configurado para ser armazenado numa base de dados central para integração em sistemas e operações de manutenção. Irá incluir parâmetros e atributos específicos nas especificações de entrega do BIM aos proprietários.



De forma sucinta os LOD podem ser definidos de acordo com o estabelecido por “Azenha, M., *et al* (2014)”, e assumindo a mesma como standard a descrição de cada LOD é:

LOD 100 – Fase de concepção do projeto, na qual o modelo permite visualizar a volumetria, orientação do edificado e estimativas de custos iniciais;

LOD 200 – Fase esquemática de projeto, onde já é possível analisar critérios generalizados de desempenho;

LOD 300 – Possibilidade de realizar simulações detalhadas de elementos e de sistemas. O detalhe dos modelos já inclui quantidade, tamanho, forma, localização e orientação de objetos, estando adequado a desenhos de construção;

LOD 400 – Modelo desenvolvido para fabrico e montagem, adequado a fabricantes, contendo informação precisa sobre formas e dimensões;

LOD 500 – Modelo que representa como foi executado o projeto, sendo utilizado para futura manutenção e gestão.

3.3.2 – Objectos Paramétricos

A modelação paramétrica é a criação de um modelo digital com base num conjunto de regras e algoritmos pré-definidos aos quais se dá o nome de parâmetros. Assim os modelos são criados internamente com base em argumentos de lógica em vez de introduzidos manualmente. O BIM tornou, em certa medida, comum, a utilização de

objectos paramétricos, uma vez que este tipo de modelação é baseado em objectos paramétricos.[28].

Os parâmetros normalmente definidos em BIM são os seguintes segundo [29]:

- Geometria
- Posição
- Dimensão
- Especificações técnicas
- Requisitos legais
- Procedimentos de montagem
- Preço
- Fabricante

Em suma podem-se definir dois tipos de parâmetros de maior relevância, os que armazenam informação sobre as características físicas dos elementos e os que armazenam informação sobre as suas características funcionais.

3.3.3 - Interoperabilidade

Interoperabilidade define-se como a capacidade de diferentes programas trocarem informação entre si.

Em termos de BIM, a partilha de informação entre intervenientes de uma empreitada está dependente da capacidade de conseguirem eficazmente partilhar informação entre si. Considerando que existem uma multiplicidade de formatos diferentes a utilizar num só projecto [30], a interoperabilidade colmata esta dificuldade de forma a que os mesmos possam partilhar os ficheiros de um modelo.[30]

Podem-se distinguir 3 níveis de interoperabilidade[31]:

- Interoperabilidade entre softwares do mesmo fornecedor.
- Interoperabilidade entre softwares de diferentes fornecedores

- Interoperabilidade através de normas abertas de dados

O primeiro nível é alusivo a situações em que, os diversos intervenientes utilizam softwares do mesmo criador ou inclusive o mesmo software. Permite a detecção de erros e conflitos (clash-detection) quase em tempo real, esta é a situação mais simplista.

O segundo nível representa a situação mais comum na actualidade, sendo o exemplo mais frequente a arquitectura com Auto-Cad e a estrutura com Robot ou SAP2000

O último nível, permite uma integração total de diferentes softwares, criando um método de trabalho contínuo e ininterrupto com partilha em tempo real de toda a informação.

3.3.4 - IFC

IFC ou Industry Foundation Classes designa um formato universal para representação dos produtos da construção e troca de dados entre sistemas. O IFC é o padrão internacional para a partilha de informação em BIM tanto para construção, como para Facility Management[32]. Criado nos anos 90 como uma iniciativa da IAI (International Alliance for Interoperability), hoje conhecida como buildingSMART Alliance [33], tem como objectivo principal a partilha de informação entre diferentes softwares numa empreitada.[32]

A Organização por camadas era vista como uma das melhores soluções para especificação de modelos de informação de âmbito alargado. Desta forma a arquitectura do modelo IFC assenta numa estrutura modular, dividida em quatro camadas distintas que funcionam segundo uma hierarquia de referências em escada [34]

As mesmas são de acordo com[35]:

Camada de Recursos – Contém esquemas de dados para suporte de dados do modelo, representam a camada mais genérica, tem como função suportar as restantes entidades do modelo. Os módulos presentes nesta camada representam as actividades necessárias à representação dos produtos da construção.

Camada Nuclear – Os esquemas da camada nuclear são os mais genéricos de todas as camadas. Definem o núcleo estrutural do modelo IFC, contendo um módulo Kernel e um módulo com as extensões de Kernel.

Camada dos Elementos Partilhados – Os esquemas desta camada contém entidades que finem especializações intermédias cuja organização permite uma estruturação individualizada das várias especializações por domínios diferentes, ao mesmo tempo que possibilita a interoperabilidade entre eles.

Camada dos Domínios – Os esquemas estruturais desta camada contém entidades com especializações finais de acordo com os requisitos definidos para os modelos de informação, contém os módulos que definem as várias especialidades da construção. Encontram-se também módulos de adaptadores para domínios não IFCNa imagem seguinte está exposta a estrutura de dados das diferentes camadas.

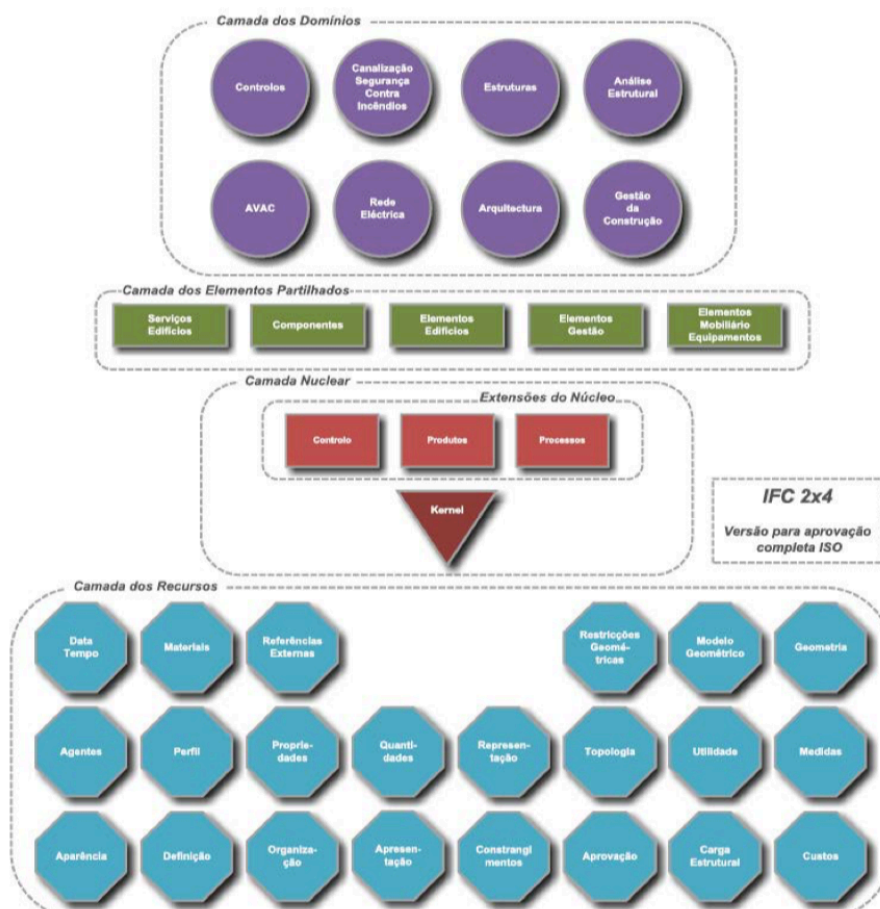


Figura 5 - Estrutura de dados IFC, adaptado de [36]

3.3.5 - Identificação de interferências

Tendo já sido supramencionado, a detecção de incompatibilidades de uma empreitada em fase de projecto é uma das grandes vantagens da metodologia BIM.

A capacidade de detectar interferências ou Clash-Detection advém da utilização de um único modelo tridimensional para todas as especialidades e da integração de ferramentas de detecção de interferências[36].

Podem-se distinguir diferentes tipos de clash designadamente; soft, hard e outros. Os Soft-clashes são referentes a situações em que não é considerado o espaço devido para uma operação, mas a sua existência não cria zona de conflito, um exemplo será a acessibilidade a máquinas de AVAC para manutenção. Os Hard-clashes ocorrem quando dois componentes físicos diferentes tentam ocupar geometricamente o mesmo espaço. Os outros tipos de interferências estão relacionadas com conflitos não físicos, como por exemplo prazos de entregas de materiais e calendários de empreitada[36].

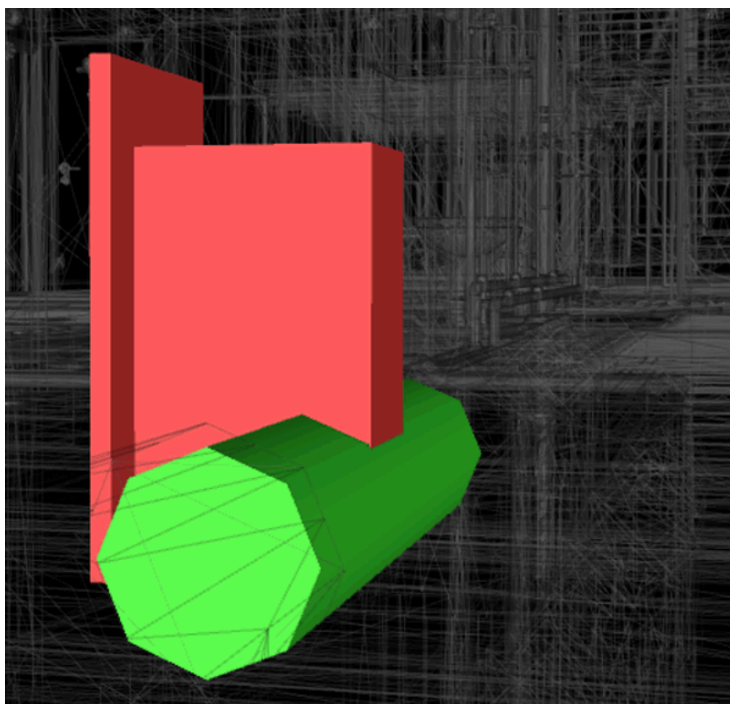


Figura 6 - Exemplo de Clash detection em BIM, adaptado de [37]

4 - Outras Ferramentas BIM

4.1 - BIM 4D

A quarta dimensão de Building Information Modeling (BIM 4D), consiste na introdução da variável tempo ao modelo tridimensional.

O planeamento e a calendarização de uma empreitada consistem na criação e encadeamento de uma sequência de atividades, considerando o tempo necessário para o término de cada uma, os recursos, tanto humanos como mecânicos, para a sua realização e quaisquer restrições ou especificidades. De uma forma mais genérica, planear consiste em decompor a empreitada em tarefas ou atividades, atribuindo a cada uma, datas de início, término e folgas. [38]

O aparecimento da quarta dimensão de BIM representa um avanço significativo face aos diagramas de Gantt, que são tradicionalmente utilizados para planear as atividades de uma empreitada. Deve ser realçado que, face a BIM4D, estes não são capazes de considerar a configuração espacial relacionada com as atividades, nem vincular essas atividades diretamente no modelo tridimensional[38]. O BIM4D dota o projecto também com uma menor margem de erro na implementação de prazos de execução.

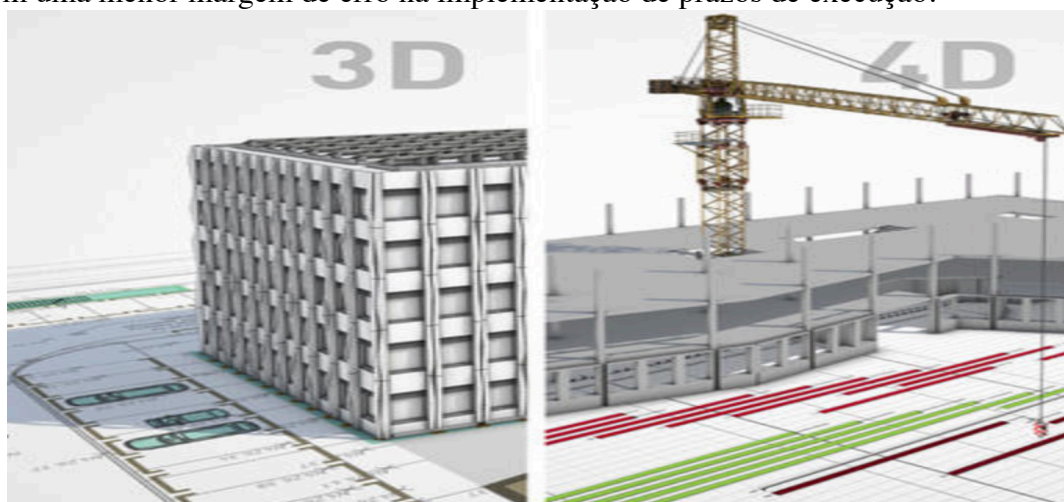


Figura 7 - BIM 4D, adaptado de [39]

A análise de cenários “se” antes da execução dos trabalhos, ou seja, a experimentação de diversas soluções, é outra aplicação possível para BIM4D [39].

Para que uma simulação de um cenário “se” seja dotada de um maior nível de realismo é necessário introduzir no modelo tridimensional uma grande quantidade de detalhe, como por exemplo todos os constituintes internos de um elemento e os passos necessários para a sua execução. Desta forma torna-se possível otimizar a abordagem de execução da empreitada e consequentemente gerir todas as fases da mesma inclusive executar análises comparativas entre o planeado e o executado.[29]

4.2 – BIM 5D

A quinta dimensão de BIM, ou seja, o BIM5D vai adicionar a BIM4D a variável de custos, a introdução do aspeto financeiro de uma empreitada, tornando assim possível o controlo de previsão de todos os custos da mesma.

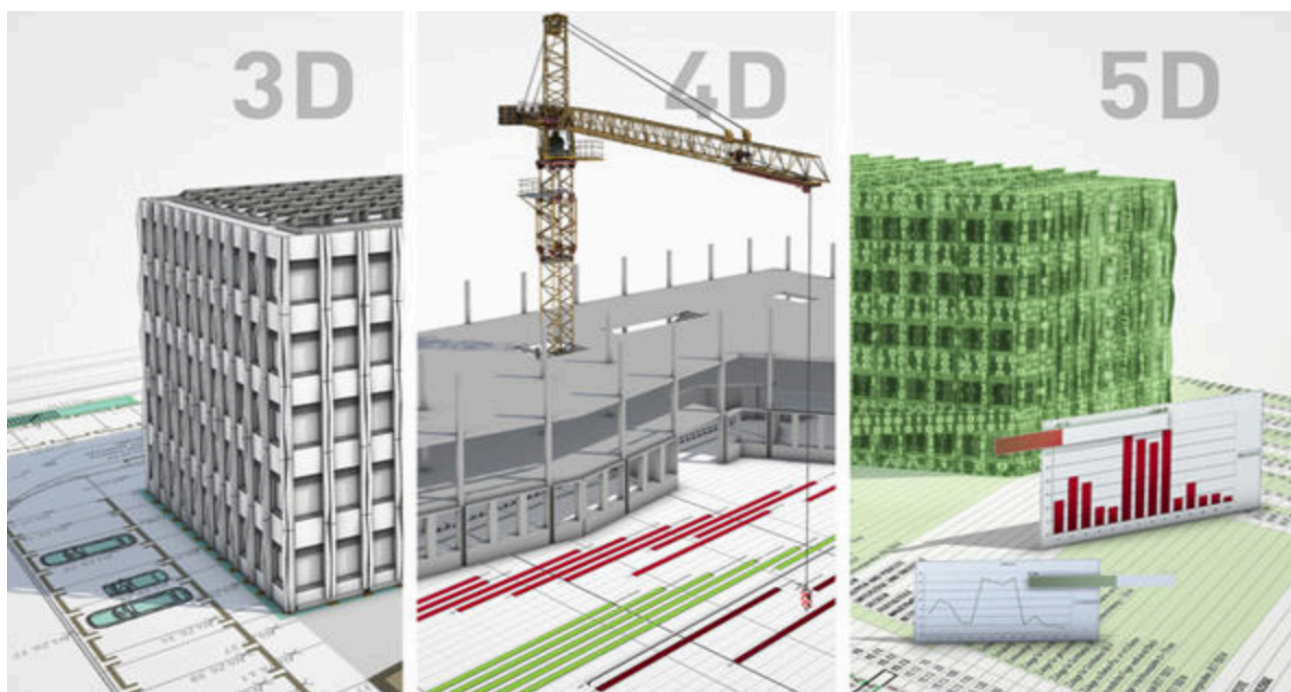


Figura 8 - BIM 5D, adaptado de[40]

Esta dimensão simplifica muito o desenvolvimento de estimativas orçamentais. Estando estas estimativas dependentes da geometria do modelo, o BIM permite a extracção expedita de listas de quantidades e materiais, detalhadas automaticamente permitindo assim uma estimativa de custos mais aproximada. Para que tal seja possível é necessário detalhar com o maior rigor possível o modelo, sendo que será sempre necessário introduzir no mapa de quantidades gerados o valor unitário de cada material a ser utilizado[41]

De uma forma sucinta, podem ser referidas, segundo [38], as principais vantagens de BIM5D como:

- Rapidez no processo de extracção das quantidades de material com elevado detalhe diretamente do modelo de construção.
- Caso haja necessidade de alterações no projeto de construção, as estimativas de custos associadas e elaboradas a partir do BIM 5D são atualizadas automaticamente, permitindo uma rápida análise do impacto das mesmas;
- Maior controlo dos custos, evitando assim as derrapagens de orçamento e erros de execução;
- Simplificação na partilha de informação inerente ao orçamento da obra entre os intervenientes.
- Projecção de cenários para auxílio às tomadas de decisão.

4.3 – BIM 6D

A sexta dimensão de BIM prevê a introdução de um espectro de sustentabilidade e de impacto energético na empreitada de uma forma mais específica, em BIM 6D são feitas as análises de eficiência energética, de consumo energético, pegada de carbono, de forma a contribuir para uma empreitada sustentável.[42].

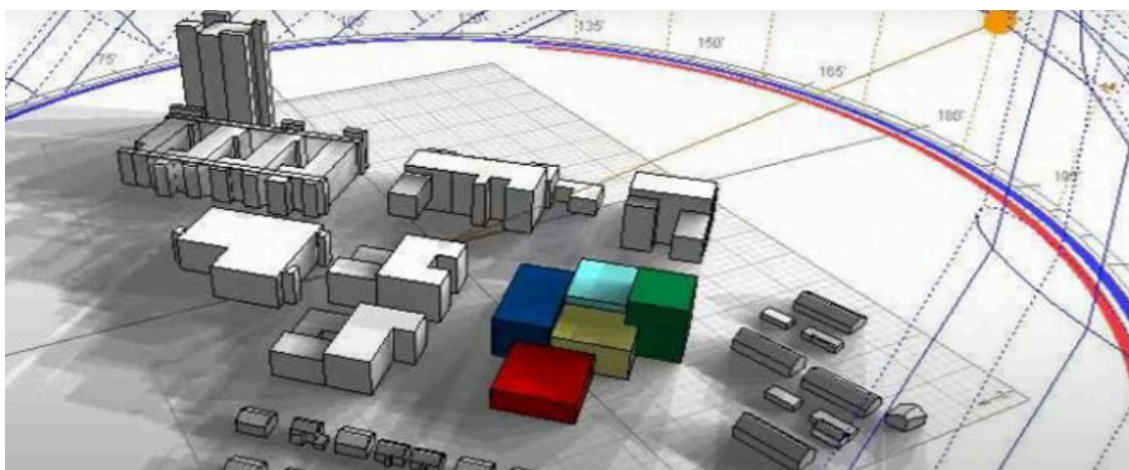


Figura 9 - BIM 6D, adaptado de[43]

Tirando partido da parametrização dos objectos em BIM a sexta dimensão permite a criação de cenários e de previsão de comportamentos térmicos e energéticos em fase de projecto, assim quanto maior a informação presente no modelo BIM ou nas bases de dados a ele associadas, maior o nível de precisão dos cenários e por consequente melhor a capacidade de tomada de decisão.

Os cenários podem incluir estudos de iluminação natural e estudos solares, como formas de controlo térmico e análises de eficiência energética sobre os mesmos. De forma a exemplificar o que está acima descrito considera-se:” Se a fachada sul de um edifício tiver várias janelas que permitam um fornecimento suficiente de luz ao edifício, a necessidade de iluminação elétrica será minimizada. No entanto, se os dispositivos de sombreamento forem ineficientes, o edifício irá potencialmente necessitar de refrigeração. Assim, é extremamente relevante que o projetista, em fase de projeto, tire proveito das capacidades de simulação do BIM do ponto de vista de simulação energética, incluindo questões como o AVAC e o sombreamento”.[45]

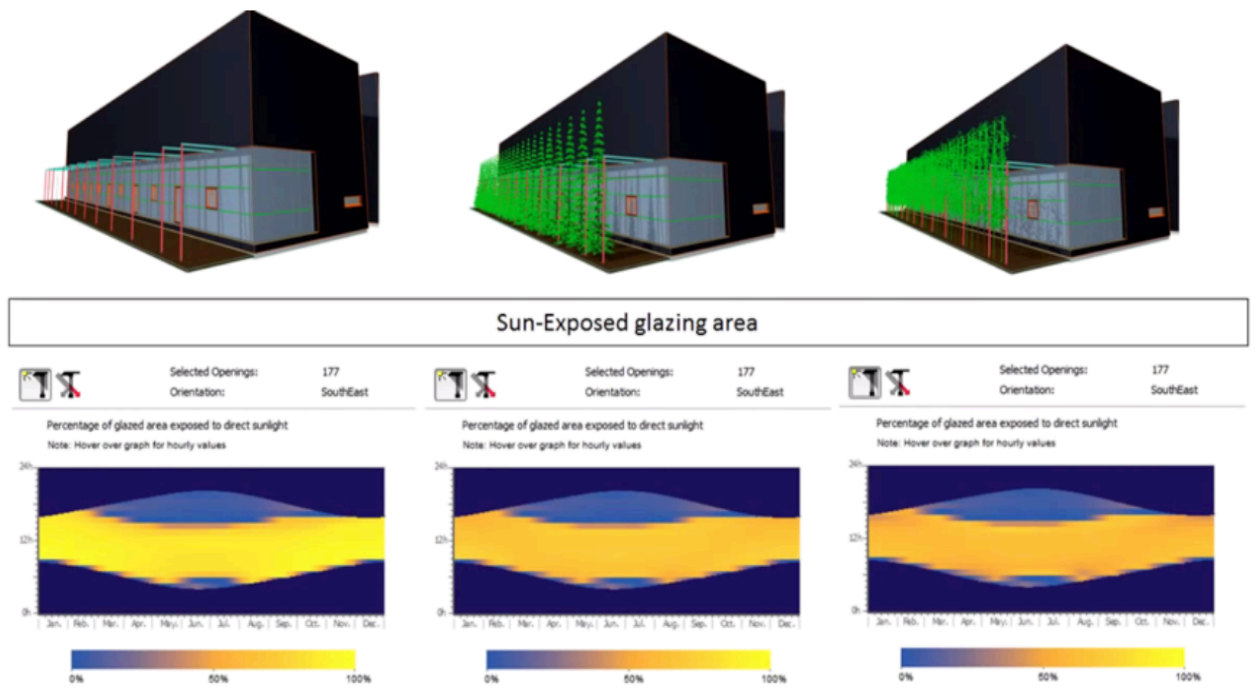


Figura 10 - Representação do exemplo descrito, adaptado de[43]

5 – Realidade Aumentada e BIM 7D

5.1 - Introdução

Realidade aumentada ou RA, consiste na integração de informação virtual no mundo real com recurso a sensores de movimento como giroscópio e acelerómetro, sendo os mesmo transmitidos ao utilizador através de óculos translúcidos ou câmaras acopladas a um dispositivo computacional (como smartphones), podendo visualizar a sobreposição dos elementos virtuais no mundo real. Ou seja, permite adicionar aos objectos do mundo real informação perceptiva, vinda de uma base de dados com ajuda de computadores. Em suma a definição de RA pode ser dada em três pontos distintos[45]:

- Combina elementos virtuais com o ambiente real;
- É interativa e tem processamento em tempo real;
- É concebida em três dimensões.



Figura 11 - Utilização de R.A. na aviação, adaptado de [46]

A sétima dimensão de BIM, BIM7D, trata da gestão de operações de um edifício permitindo que os seus utilizadores, gestores de operações, façam uma gestão mais eficaz das mesmas e dos planos de manutenção durante o ciclo de vida do edifício, conseguindo um aumento de eficiência e paralelamente um aumento de vida útil do activo.

A integração de ambas as tecnologias permite um melhor controlo sobre o edifício a ser gerido, gerando mais valias transversalmente a todos os campos de operação.



Figura 12 - Integração de BIM 7D com R.A. , adaptado de [47]

5.1.1 - Criação

A criação de uma RA implica a coordenação entre diferentes componentes, tanto de hardware como de software.

A RA pode funcionar utilizando uma de três abordagens diferentes, segundo [48]:

1. SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) esta é a forma mais eficaz de sobrepor imagens virtuais em objectos no mundo real, que consiste em, simultaneamente localizar sensores nas suas proximidades e mapear a estrutura do ambiente que o rodeia. Esta abordagem resolve alguns dos problemas mais complexos na criação de simulações em RA, o mesmo consiste na sua integração num conjunto de algoritmos desenhados para a resolução de problemas de localização e de mapeamento.



Figura 13 - RA com recurso a S.L.A.M, adaptado de[48]

2. A RA com base em marcador ou reconhecimento utiliza uma câmara para identificar marcadores visuais ou objectos como códigos QR em duas dimensões ou marcadores NFT (Natural Feature Tracking), de forma a demonstrar apenas a sobreposição quando os marcadores são detectados pelo dispositivo em utilização. Esta tecnologia depende da capacidade da câmara em distinguir os marcadores dos outros objectos na vida real. Uma vez reconhecido o marcador é demonstrado no ecrã e apresentada uma versão 3D virtual do objecto o que permite o seu manuseamento virtual e um *display* das informações contidas no modelo virtual.



Figura 14 - RA com recurso a marcador, adaptado de [49]

3. RA com base em localização. Contrariamente a RA com base em reconhecimento, esta tecnologia baseia-se em reconhecimento geoespacial via GPS, bússola digital e acelerómetro para detetar e fornecer informação relativa as redundâncias e localização do utilizador em RA, sendo que o *display* de informação é ativado com base nos mesmos. Sendo este o tipo de RA de maior difusão e utilização devido a sua facilidade de interação, tendo assim a maior utilização em mapas e serviços de localização.



Figura 15 - R.A. com base em localização, adaptado de[48]

5.1.2 – Utilização

Existem actualmente diversas utilizações para a tecnologia de RA, podendo a mesma ser uma mais valia para diferentes sectores, sendo expectável que o nível de adoção seja cada vez maior.

Em Junho de 2017 surgiram pelo menos 336 start-ups baseadas em RA, o número é expectável que cresça para 1 bilião até 2020. Sendo que este crescimento estará a par com a própria evolução da tecnologia e com o seu crescente apelo a novos e diferentes sectores.[48]



Figura 16 - Previsão da evolução do mercado de RA [49]

Actualmente algumas das utilizações mais comuns de RA são, segundo [50]:

- Medicina – Algumas faculdades de medicina recorrem a tecnologia RA para que os seus alunos possam virtualmente treinar técnicas cirúrgicas, por outro lado a mesma tecnologia serve também para que em alguns casos se possam elucidar os pacientes relativamente a dúvidas relacionadas com os procedimentos a que serão sujeitos.
- Militar – As forças armadas utilizam RA na aviação de forma a mais facilmente transmitir informações aos pilotos durante o voo e para transmitir mais facilmente informação a soldados no terreno com recurso a um *display* montado no capacete.
- Turismo – A utilização do telemóvel permite a entrada de RA no sector turístico. Uma câmara de um smartphone permite que um turista que esteja a visitar ruínas históricas veja em tempo real uma imagem de como originalmente eram e ter acesso a informações históricas sobre os locais
- Televisão – A RA tem sido utilizada no sector televisivo na cobertura de alguns jogos desportivos, em noticiários e em meteorologia. Sendo a sua aplicação

notada no *display* de gráficos e imagens móveis como representação realística de fenómenos climáticos e anúncios.

- Videojogos - Pokémon GO e outros Jogos e aplicações permitem que o jogador interaja directamente com o ambiente criado, tornando a experiência mais envolvente.

5.1.3 - Requisitos (Equipamento)

Para a utilização de RA, é necessário um suporte físico para que sejam representadas as imagens. Segundo [49] os suportes físicos são:

- **Dispositivos moveis** (smartphones e tablets) – são os mais prontamente disponíveis e abrangem um espectro de utilização considerável, variando entre jogos a desporto, analíticas de negócio e até redes sociais
- **Dispositivos especiais para RA**, estes são desenhados especificamente para RA, exemplo prático desta utilização serão os head-up displays (HUD), utilizados pelos pilotos de aviação militar e o sector automóvel.
- **Óculos RA (ou smart glasses)** – Google Glasses, e outros similares. Estes equipamentos funcionam por ligação ao smartphone sendo capazes de mostrar notificações do mesmo, podendo ser utilizados com aplicações fabris de forma a ajudar trabalhadores no terreno.

Outras tecnologias como Lentes de contacto RA e Display Virtual de Retina estão em desenvolvimento e estudo, mas não são nesta altura considerados viáveis para aplicação prática.

5.2 - Aplicação à Manutenção

5.2.1 - Pré-requisitos

De forma a garantir a correcta aplicação e transposição da tecnologia para FM é necessário que exista uma correcta renderização do modelo do mesmo em 3D, o que engloba não só a sua geometria, mas também quaisquer dados que sejam relevantes em relação aos equipamentos existentes. Para isto é recomendado a utilização de um modelo BIM devido a capacidade de parametrização dos objectos inseridos no mesmo. [51]

5.2.2 - Vantagens para a Equipa de Manutenção (ótica do utilizador)

Segundo o estudo de [52], com base no inquérito realizado a profissionais da área de FM foram apontadas como principais vantagens para os utilizadores as seguintes:

1. Localização de componentes no edifício
2. Visualização 3D
3. Gestão de espaços
4. Acesso a dados em tempo real
5. Criar e fazer updates em activos digitais
6. Controlo e monitorização energéticos
7. Manutenção/Intervenção de emergência
8. Verificação da necessidade de manutenção
9. Planeamento e viabilidade de alterações
10. Formação e treino
11. Marketing

Analisando as conclusões acima expostas, pode-se notar que a grande maioria está relacionada com a poupança de tempo, directamente relacionado com a localização de componentes no edifício, no planeamento de alterações, na formação e no treino de novos técnicos. Outra grande vantagem é o aumento do nível de controlo que se consegue obter, e a possibilidade de ensaios e criação de cenários para auxiliar a

tomada de decisão, podendo assim realizar ajustes diretos aos parâmetros operacionais do mesmo conseguindo um aumento na eficiência das operações e uma redução de custos.

5.3 - Analise Financeira

5.3.1- Custos de Implementação

Segundo Glartek, empresa de referência no sector, o custo de implementação pode ser dividido em duas fontes diferentes, Hardware e Software

Em termos de Hardware o custo é sempre baixo ou inclusive será nulo. Conforme já antes visto o hardware a ser utilizado poderá ser um smartphone ou um tablet, considerando que grande maioria das equipas de manutenção já estão equipadas com os dispositivos mencionados para registo das operações e comunicações de Ordens de trabalho (OT's), a implementação da tecnologia passaria apenas por uma adição de software.

Software será o ponto de maior importância e custo mais elevado, uma vez que é sobre ele que assenta o valor acrescentado.

O sistema assenta numa base IoT (Internet of Things), conceito que será posteriormente aprofundado. Esta base de dados englobará todos os sistemas e equipamentos que se desejarem inserir. A informação deverá ser detalhada e discriminativa sendo armazenada em servidores os quais podem estar localizados nas instalações ou poderão estar fora das mesmas. O custo assenta não só na manutenção virtual da base de dados e alterações á mesma, acréscimo ou remoção de equipamentos, mas também na manutenção física dos servidores (custo que poderá ser interno caso os servidores sejam propriedade do utilizador ou externo caso não sejam), o custo de licenças não deverá ser contabilizado uma vez que é a chave de acesso à base de dados, segundo Glartek empresa de referência no setor.

5.3.2 - Retorno esperado

O retorno esperado será sempre quantificado em redução de horas.

O acesso a esta tecnologia permitirá dotar os utilizadores com mais informação, mais precisa e de forma muito mais rápida, o que se traduz em redução de tempo em preparação de tarefas ou em execução das mesmas.

A redução no tempo de preparação de tarefas será mais benéfico para quem as planeia, reduzindo o tempo necessário na pesquisa e reduzindo o tempo necessário para a confirmação das decisões. Haverá também redução de tempo para os executantes de uma determinada tarefa, sendo esta redução numa proporção inversa ao conhecimento dos mesmos do local e das instalações; quanto maior o conhecimento não só técnico, mas também das instalações menor será o ganho que se espera obter com a RA. A redução de tempo de execução de tarefas é portanto uma mais valia para técnicos que não conheçam as instalações.

Esta redução de tempo representa optimização para o executante, o que por sua vez se irá traduzir num custo mais baixo de execução de tarefa beneficiando o requerente.

Cenários se; baseados em redução de tempo, iterações de 25% 50% e 75%

Exemplificando:

Tabela 2- Cenários de redução de custo numa hora

Cenário SE	Custo Hora		
	Oficial Eletricidade	TIM III	Gestor
Normal	15,00 €	15,00 €	25,00 €
Redução 25%	11,25 €	11,25 €	18,75 €
Redução 50%	7,50 €	7,50 €	12,50 €
Redução 75%	3,75 €	3,75 €	6,25 €

A tabela acima representa uma simulação do custo hora das três categorias profissionais de colaboradores presentes na obra. Um valor genérico foi atribuído ao custo hora de cada um, e foram simulados três níveis diferentes de otimização, três iterações diferentes com incrementos de 25%. Considerando que o custo mais elevada hora será sempre o do Gestor encarregue do planeamento das tarefas, será este o que será mais reduzido e consequentemente trará uma redução maior ao custo da empreitada.

Esta iteração será utilizada posteriormente para simulação de impacto em casos de estudo, não obstante é visível pela análise da tabela o impacto nos custos de execução de uma determinada tarefa.

6 - Realidade Aumentada e Domótica (GTC)

6.1- Informação em Tempo Real

A utilização de sistemas de gestão técnica centralizada (SGTC) assume atualmente um papel de importância fulcral na gestão de edifícios de grande dimensão e complexidade de sistemas mecânicos. Estes sistemas permitem aos gestores dos edifícios monitorizar, controlar e gerir em tempo real os diferentes sistemas mecânicos que fazem parte do edifício, podendo os mesmos ser CCTV, AVAC, Iluminação, AQS e qualquer outro sistema que esteja instalado no edifício [53], a figura seguinte representa os sistemas mais comuns presentes num edifício de alta complexidade tecnológica.

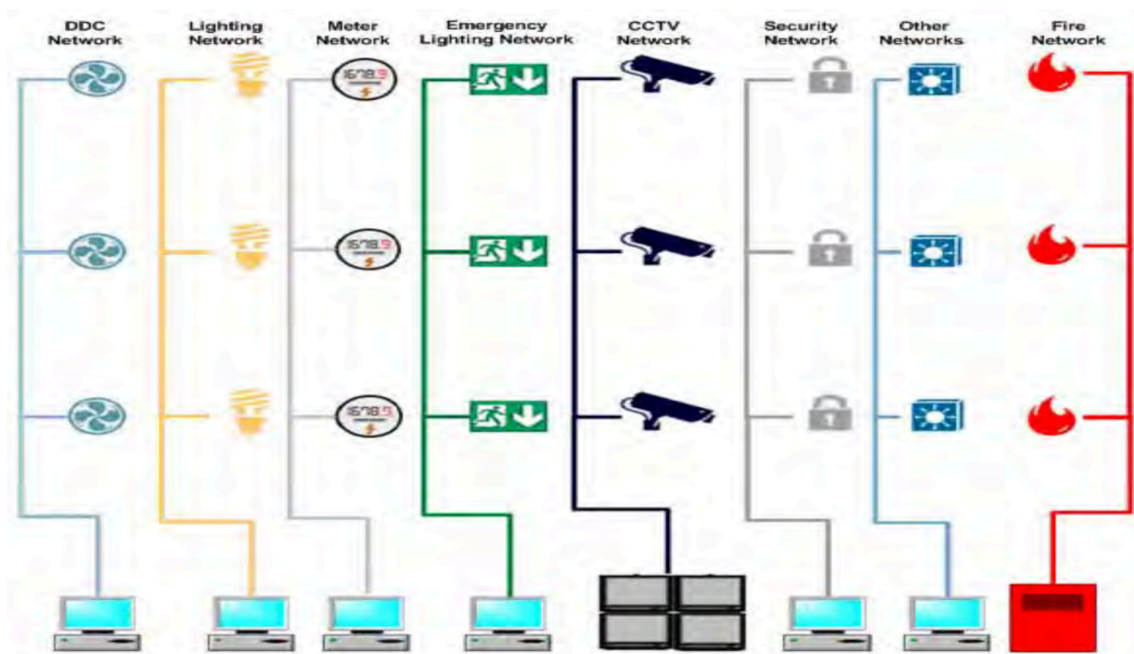


Figura 17 - Alguns dos sistemas de possível integração num sistema GTC, adaptado de [54]

Começando a ser utilizado nos anos 40, a utilização de sistemas GTC pode ser destacada por 4 etapas diferentes, sendo as mesmas segundo [55];

1. Controlo centralizado com computador e painel de controlo.
2. Dados em painel (DGP), com base em minicomputador.
3. BMS baseada em microprocessador usando rede local LAN.

4. Sistema aberto compatível com Internet / intranet

A terceira geração é a que representou um avanço maior em termos tecnológicos, permitindo uma ligação com um sistema de rede local (LAN) baseado em microprocessadores. A utilização de uma central de monitorização e controlo remoto permite ao gestor do edifício comodamente alterar parâmetros de operação, detectar erros e falhas de funcionamento a partir de um só ponto físico. Tal deve-se à utilização de estações de controlo autónomas, mas integradas em microprocessadores para controlo de equipamentos individuais. Uma debilidade desta geração é a possível incompatibilidade entre softwares de diferentes fabricantes. Este problema deveu-se ao facto de os fabricantes cumprirem protocolos próprios, como medida de protecção das suas quotas de mercado. [56].

Conforme já foi mencionado a poupança energética é uma das maiores vantagens destes sistemas, a mesma é obtida eliminando desperdício energético conseguindo através de monitorização energética, de equipamentos e instalações, análise de padrões comportamentais e gestão da manutenção e das diversas cargas da instalação.[53].

O Quadro seguinte apresenta as vantagens possíveis com a utilização de um sistema de GTC:

Tabela 3- Funções de um sistema GTC

Afectação	Potencialidade
Monotorização	Consumo de energia eléctrica térmica e água
	Monitorização do processo e quantificação da produção de energia eléctrica e energia térmica
	Qualidade do Ar Interior
	Velocidade do Vento
	Temperaturas Interiores e Exteriores do Ar

	Pressões e Temperaturas de Fluidos
	Contabilização de períodos de Funcionamento de Equipamentos
	Sinalização da posição de registos e válvulas
	Monitorização da aparelhagem de protecção contra sobreintensidades e contatos indiretos da instalação elétrica - monitorização de Estados e Disparos
	Monitorização dos níveis de Iluminância
	Monitorização da ocupação de espaços
	Monitorização de estados de equipamentos de eampo
	Deteção de Avarias
	Emissão de Alarmes
	Monitorização de níveis de tanques e reservatórios, equipamentos de bombagem e válvulas das instalações hidráulicas
	Monitorização do estado de funcionamento dos equipamentos de transporte de bens e pessoas
	Monitorização dos sistemas de segurança
Controlo e Comando	Aplicação de funções de optimização de funcionamento sequencial ou simultâneo de acordo com cenários, objetivos e restrições
	Ajuste dinâmico dos set-points do sistema de climatização
	Controlo de grelhas automatizadas na fachada

	Controlo da Iluminação - On/Off, Dimming, programação horaria, por zonas, por ocupação, por nível de iluminação natural, por cenários
	Possibilidade de envio de elevadores ao piso de referência
	Deslastre de quadros e cargas selecionadas aquando da entrada de grupo gerador
	Modulação da Velocidade de Motores
	Acções relacionadas com os sistemas de segurança humana nomeadamente com os sistemas de intrusão, controlo de acessos e CCTV.
Gestão, Manutenção e Planeamento	Exportação de dados e informação detalhada ou resumida - personalizável - com a inclusão ou não de gráficos
	Emissão, registo, gestão e personalização de alarmes
	Gestão e programação de períodos de funcionamento de equipamentos e sistemas redundantes
	Gestão da manutenção
	Listagem de ações realizadas
	Conhecer e acompanhar a utilização de energia na instalação
	Calendarização de tarefas
	Flexibilidade na elaboração de Diagramas de Cargas
	Deteção, registo de avarias e diagnóstico remoto

Tendo já sido mencionado que a utilização de BIM 7D pode em muito contribuir para uma mais eficiente gestão dos planos de manutenção e do edifício em si, conforme visto no capítulo 5, a união entre um sistema de GTC e BIM pode melhorar ambos.

Atualmente a partilha de informação entre um sistema de GTC e uma interface de RA é possível com a utilização de plataformas IoT (internet of things), estas plataformas são compostas por sistemas físicos e cibernéticos.

Podendo ser acedida em qualquer altura a partir de qualquer lugar a IoT, começa por um objecto, cujo nível de informação presente pode ser tão simples como dados estáticos armazenados num código RFID. Em primeira análise o foco da IoT é a identificação e acessibilidade dos objectos via remota utilizando a internet, sendo atribuído a cada objecto uma identidade única, no entanto estes objectos podem ser todos interligados entre si de forma a possibilitar o controlo remoto de sistemas complexos e de criar cenários de operação (diferentes modos de funcionamento adaptados às necessidades correntes), tal é feito via identificação e integração na IoT de sensores e atuadores. Por este motivo a IoT pode ser designada de evolutiva na medida em que começa pelo nível mais baixo de informação, um objecto estático e pode crescer até uma rede complexa de sistemas integrados[56].

Como já referido algumas das características de IoT são a definição de objetos, a interligação de objetos entre si, a omnipresença da acessibilidade à rede de objetos existente e a capacidade de sensorização e atuação. No entanto, um dos parâmetros mais importantes é a capacidade de autoparametrização, este parâmetro permite que os objetos reconheçam outros inseridos na rede e se configurem, sem input humano, de forma a obterem o melhor rendimento e funcionamento.

Em suma, as plataformas IOT permitem a recolha de informação numa linguagem comum e a sua partilha em tempo real através de todos os dispositivos que estejam conectados à *cloud* incluindo os seus sensores e atuadores, tornando assim possível monitorizar e atuar sobre qualquer sistema ou objecto instantaneamente e remotamente.

A possibilidade de ligar a sensorização em tempo real fornecida pelo sistema de GTC com a informação disponível com o BIM 7D e a transmissão da mesma com RA para o end user com a omnipresença da rede representa a quarta etapa.

Desta forma a rede existe em IoT, o display de informação e inputs dados pelas vistorias dos equipamentos é fornecido pela RA num nível mais simples e a gestão de ambas seria feito por BIM 7D tendo em conta a abertura do mesmo às diferentes linguagens e compatibilidade entre todas as linguagens e sistemas, funcionando tanto como interface, mas também como pivot.

7 – Caso de Estudo

7.1 – Enquadramento

Na realização deste TFM e com os objectivos de facilitar a recolha de informação e analisar a aplicabilidade e viabilidade do mesmo, foi possível acompanhar as equipas de manutenção de uma empresa de referência no sector.

Tendo início em setembro de 2018, e com uma duração de 6 meses acompanhei a equipa residente num edifício de elevada complexidade tecnológica. O edifício é muito recente e de elevada complexidade mecânica, sendo composto por duas torres diferentes acima da cota de soleira e partilhando a cave e os pisos inferiores. Tendo no total 13 pisos, sendo 7 acima da cota de soleira e seis abaixo da mesma. O dono do edifício tem com a empresa um contrato de manutenção dos sistemas de AVAC e eletricidade, estando duas equipas especializadas destacadas para garantir o correto cumprimento do contrato. A equipa de AVAC é composta por dois colaboradores com certificação TIMIII e certificação para operar equipamentos de gases fluorados (a designação TIM III significa Técnico de Instalação e Manutenção em edifícios de potência igual ou superior a 100 kW), a equipa de eletricidade por dois oficiais de eletricidade e um técnico operacional cuja função é garantir o cumprimento do plano de manutenção preventiva e detetiva, executar medidas corretivas quando necessário e apresentar propostas de melhoria.

Em suma:

Tabela 4 - Composição da equipa de manutenção

Designação:	Número de elementos:	Função:
Gestor	UM	Garantir cumprimento plano de manutenção preventiva e detetiva, aplicação de medidas corretivas, propostas de melhoria.
TIM III	DOIS	Execução do plano de manutenção nos equipamentos de AVAC, execução de medidas corretivas, detecção de patologias.

Oficial de eletricidade	DOIS	Execução do plano de manutenção nos equipamentos de eletricidade, execução de medidas corretivas, detecção de patologias.
-------------------------	------	---

No edifício em questão estão instalados diversos sistemas, de todos serão mencionados e explicados os de AVAC, os elétricos e os de GTC. O quadro seguinte demonstra a afetação atribuída a cada piso:

Tabela 5 - Descrição do Edifício

Piso	Utilização Primária	Utilização Secundária	Área Técnica
-6	Estacionamento	Arrumos	Central RIA e Hídrica Pluvial e Residual
-5	Estacionamento		
-4	Estacionamento		
-3	Estacionamento	Arrumos	Não
-2	Receção	Auditórios, Bar, Salas Reunião	UTAN's
-1	Áreas Técnicas		Central Hidráulica de Avac, Central AQS, UTAN's
0	Escritórios	Escritórios	Grupo de Geradores, QGBT e PT
1	Escritórios	Escritórios	
2	Escritórios	Escritórios	
3	Escritórios	Escritórios	
4	Escritórios	Escritórios	
5	Escritórios	Escritórios	
6	Escritórios	Escritórios	
7	Escritórios	Escritórios	

Cobertura	Áreas Técnicas	Áreas Técnicas	Chillers e bombas de Calor UTAN's
------------------	----------------	----------------	-----------------------------------

O sistema de AVAC é altamente complexo, sendo composto por diferentes equipamentos, nomeadamente equipamentos designados de UTAN's (unidades de tratamento de ar novo), sendo estes os primordiais uma vez que são os que efectivamente climatizam e renovam o Ar; o esquema seguinte representa o funcionamento do sistema de AVAC.

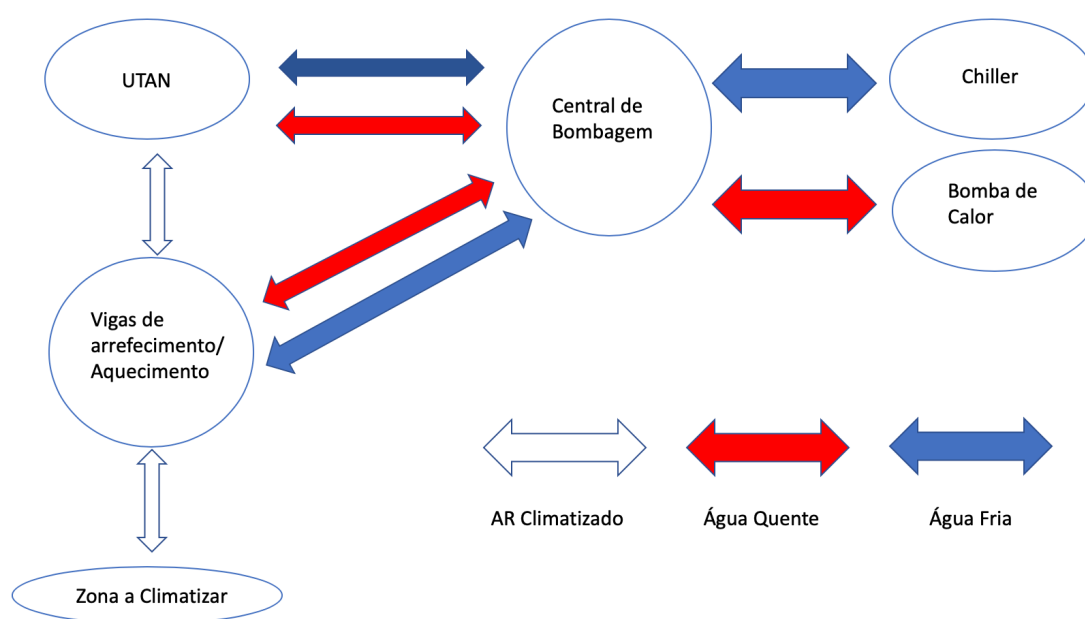


Figura 18 - Esquema de funcionamento do sistema de AVAC

Conforme exposto no esquema, este sistema de AVAC utiliza sistemas de arrefecimento e aquecimento de água para aquecer ou arrefecer o ar proveniente do exterior. As UTAN'S recebem ar do exterior e filtram-no. Após filtragem o ar irá passar por baterias de água, cuja quantidade é controlada por electroválvulas e algoritmos de forma a definir a percentagem de abertura da válvula para atingir a temperatura desejada na zona. A água funciona em circuito fechado sendo fornecida e reposta pela rede quando necessário. As máquinas Chiller e Bomba de Calor arrefecem e aquecem a água a temperaturas fixas nas próprias máquinas para se conseguirem temperaturas necessárias a uma correcta climatização do ambiente.

A necessidade de uma central de bombagem é explicada pela diferença de cotas desde o ponto de admissão de água no edifício, piso -1, e a localização dos equipamentos Chiller e Bomba de Calor na cobertura. Podendo este circuito ser designado de principal, sendo secundário o circuito que circula a água da central de bombagem até às vigas de arrefecimento espalhadas pelos pisos. O circuito de água dos equipamentos de AVAC é fechado, existindo perdas pontuais por purga de água ou uma eventual fuga, sendo a reposição de água feita automaticamente, existindo vasos de expansão para proteger o sistema de golpes de ariete e válvulas de purga para garantir que não existem excessos de pressão no circuito.

Os equipamentos fulcrais utilizados para o circuito de AVAC, conforme exposto na Figura 18 são os seguintes:

Bombas hidráulicas – é um equipamento que transforma energia potencial em energia cinética. De uma forma comum recebem energia em forma de eletricidade e usam-na para elevar líquidos a cotas superiores às quais estão instaladas. Existindo três tipos distintos de bombas: centrífuga, mista e axial, sendo a diferença entre elas a direção do movimento do fluido.[58]

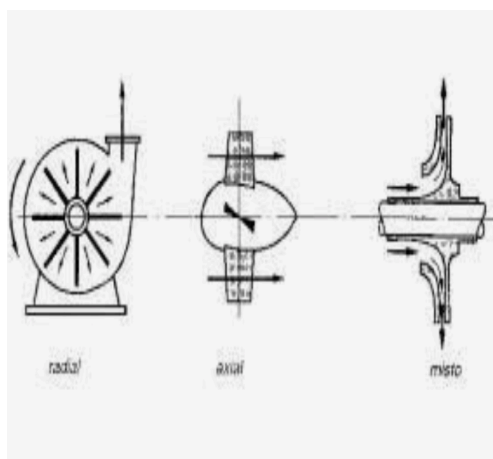


Figura 20 - Tipos de Bomba hidráulica, adaptado de[58]



Figura 19 - Bomba Axial, adaptado de [59]

Chiller e Bomba de Calor – um Chiller é um sistema utilizado para refrigerar água ou aquecer a água. Designado de sistema pois é composto por vários equipamentos distintos, a sua função assenta na permuta de calor entre o líquido proveniente do circuito hidráulico da instalação. O princípio de funcionamento, de uma forma sucinta, baseia-se na compressão e mudança de estado do refrigerante de líquido para gasoso e de gasoso para líquido, sendo este ciclo denominado de ciclo de refrigeração, conforme representado na figura abaixo.

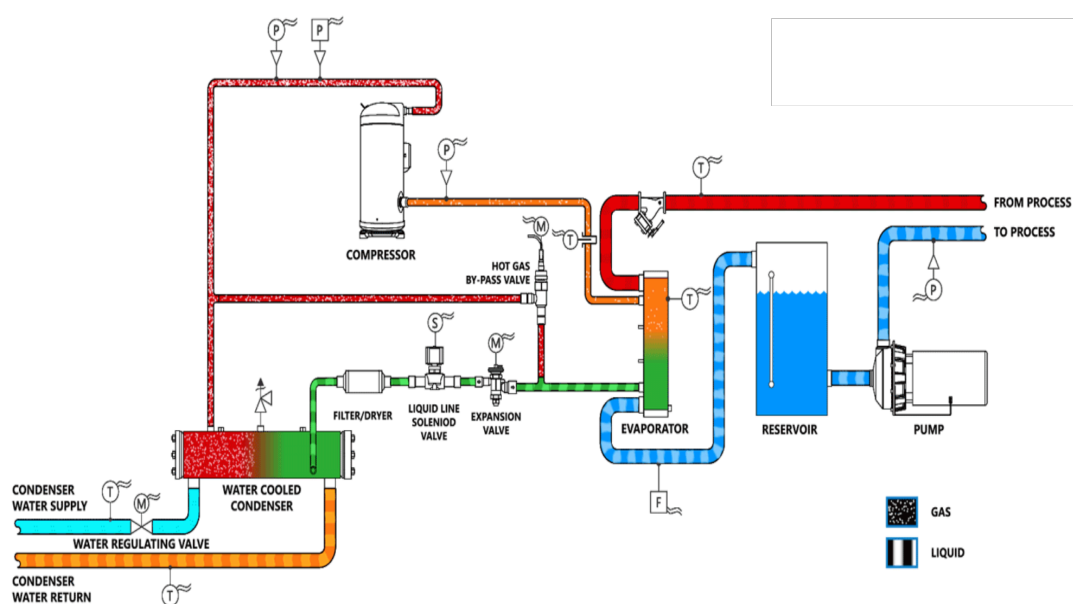


Figura 21 - Funcionamento de um sistema Chiller, adaptado de[59]

UTAN's: As unidades UTAN (Unidade de tratamento de Ar Novo) cumprem duas funções, a de filtragem de ar exterior (ar novo) e a de aquecimento ou arrefecimento desse mesmo ar. Operam com recurso a motores de ventilação que sugam o ar novo, forçam o mesmo por um conjunto de filtros e baterias de água, para aquecer ou arrefecer a o ar até à temperatura desejada.

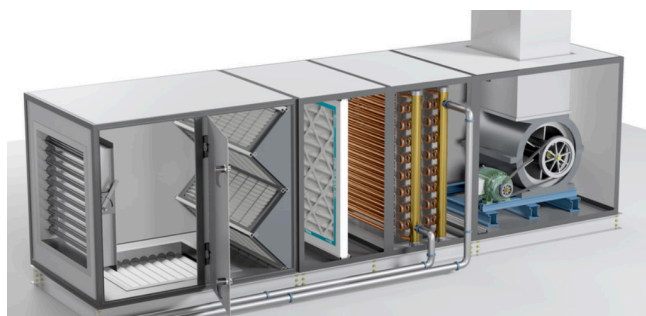


Figura 22 - Esquema de equipamento UTAN, adaptado de[60]

Vigas de arrefecimento: São equipamentos terminais do sistema de AVAC, responsáveis pela distribuição do ar proveniente das UTAN na zona a que estão afetos. Dispõem de um sistema de circulação de água tanto quente como fria para colmatar perdas ou ganhos de temperatura do ar no percurso entre a UTAN e a Viga, aumentando assim a eficiência do sistema e reduzindo o esforço da UTAN para climatização.

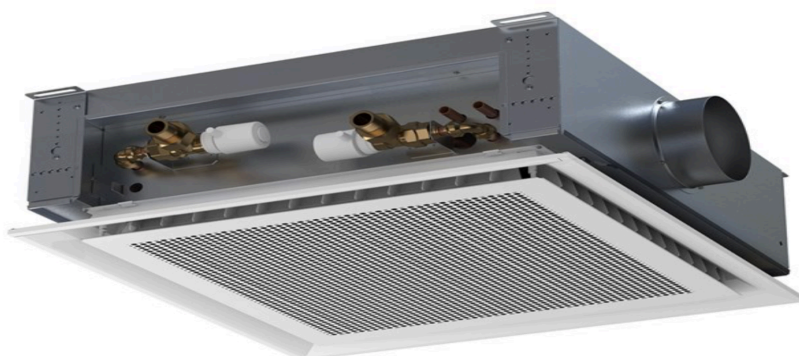


Figura 23 - Viga arrefecida, adaptado de[61]

NOTA: Não foram definidos explicitamente os equipamentos de apoio como sensores de temperatura e electroválvulas.

O sistema de Iluminação e controlo de luminosidade é composto por sistema DALI e controlo automático de persianas, o sistema DALI (Digital Addressable Light Interface: o sistema está independente entre todos os pisos e opera consoante diversos cenários programados no mesmo, o sistema opera fora da GTC)

Outros sistemas existentes não são abrangidos pelo âmbito da equipa de manutenção pelo que não serão aprofundados.

Muitos dos sistemas são coordenados pelo sistema de GTC, conforme já exposto no capítulo anterior. O GTC é responsável pela gestão autónoma do edifício e pela automatização de tarefas como a regulação das UTAN's para atingir valores de temperatura de climatização solicitados, controlo automático dos variadores de velocidade das bombas do sistema Hidráulico e de sistema de hidropressorização automático, controlo de utilização e esforço dos sistema de Chiller e bomba de calor, controlo automático de sistemas de estores, controlo automático do sistema de AQS, monitorização em tempo real do Edifício e reporte de erros, falhas e avarias em sistemas mecânicos.

O nível de sensorização existente no edifício possibilita a recolha de diversos dados das operações. Esses dados são também trabalhados pela equipa de manutenção residente para que sejam formulados relatórios de operação. O recurso a esta informação permite que sejam quantificados os impactos causados por medidas aplicadas.

7.2 - Exposição de casos de Estudo

Para uma análise de eficiência serão atribuídos valores simbólicos aos custos hora de cada um dos elementos da equipa de manutenção presente no Edifício, conforme a tabela 2 do capítulo 5:

Tabela 6 - Valores hora atribuídos

Cargo	Custo Hora	
Gestor	€	25,00
TIM III	€	15,00
Eletricista	€	15,00

Tabela X atribuição de valores €/h

O gestor é o responsável pelo planeamento e os técnicos pela execução, conforme o exposto anteriormente.

Os valores dos materiais usados são também simbólicos.

A título da simulação da execução de propostas foi selecionado um valor de 20% para a margem de lucro.

Colocação de ventilador no piso 7

A pedido do cliente procedeu-se ao estudo de colocação de um ventilador de extracção de fumos, silencioso, num gabinete do sétimo piso da torre poente. Devido à envolvente do edifício não é possível criar aberturas para fazer a ligação ao exterior, e para a colocação do equipamento essa ligação é necessária. Para a resolução deste problema foi decidido que a melhor solução seria a de aproveitar uma tubagem já existente de um gabinete adjacente que tem o mesmo equipamento instalado e fazer uma ligação à tubagem existente.

Como o gabinete e piso são de acesso muito limitados e não são feitas alterações às telas finais sobre os novos equipamentos instalados ou outras alterações, não foi possível ensaiar a solução proposta. A primeira tentativa de instalação não foi bem-sucedida devido a este mesmo ponto, a falta de informação e desconhecimento concreto da envolvente, levaram a que durante a intervenção se chegasse à conclusão de que as tubagens planificadas seriam inapropriadas para a situação em questão.

A consequência traduz-se em dois dias de trabalho perdido, horas de trabalho desperdiçadas e um atraso na melhoria solicitada. Não se contabilizaram o material desperdiçado e as horas de oficina desperdiçadas na criação das tubagens e estruturas.

Utilizando os valores €/h:

Tabela 7 - Tempo previsto para colocação de um ventilador

Previsto				
Cargo	Número Horas	Custo Hora		Gasto
Gestor	10	€	25,00	€ 250,00
TIM III	16	€	15,00	€ 240,00
Eletricista	16	€	15,00	€ 240,00
			Total	€ 730,00

A intervenção foi planeada para um fim de semana, ocupando oito horas no sábado e oito horas no domingo. A composição da equipa foi de um TIM III e de um Eletricista. As horas do Gestor foram usadas para consulta das plantas existentes, recolha de informação e encomenda dos materiais. Nesta situação os materiais custaram 1300,00€.

O cenário previsto tanto para o cliente como para o executante era o seguinte:

Tabela 8 - Orçamento para instalação do ventilador

Orçamento	
Preço M.O.	730,00€
Preço Não M.O.	1 300,00€
Total Custo Previsto	2 030,00€
Lucro	406,00€
Valor Venda	2 436,00€

Nesta situação é importante fazer uma distinção sobre o peso que a mão de obra tem no valor global do orçamento, o gráfico seguinte representa as percentagens tanto da mão de obra como do restante em termos do preço final.

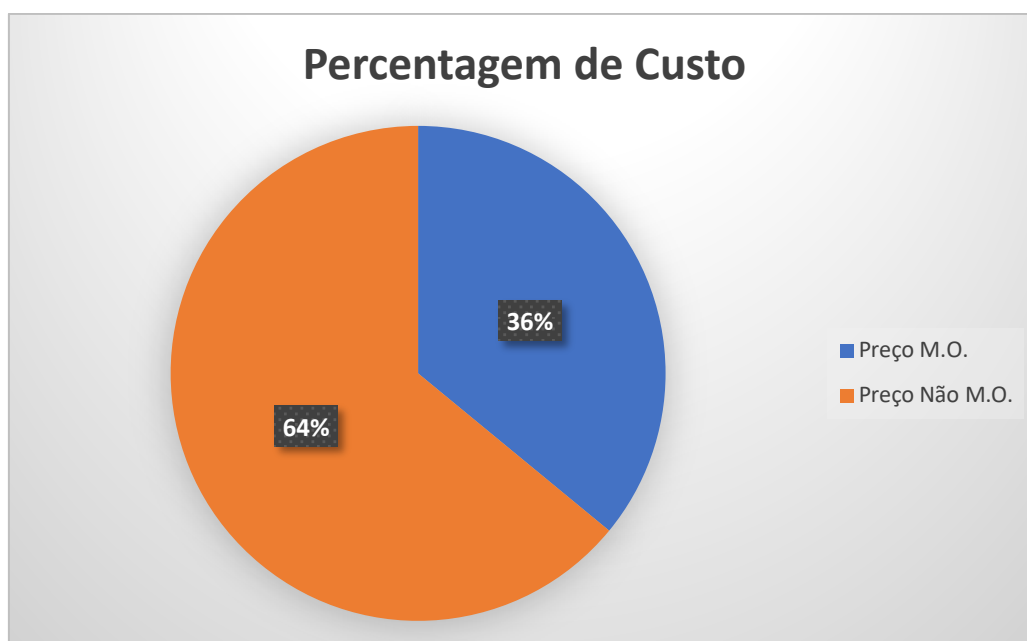


Gráfico 1 - Percentagem de Mão de Obra no orçamento

Como se pode ver, neste caso a mão de obra pesa 36% no valor total, pelo que sendo este valor variável pode alterar o valor do custo de execução.

Considerando o já exposto, a execução sofreu atrasos, e só pode ser concluída no fim de semana seguinte.

Ajustando a análise, obtemos:

Tabela 9 - Execução da instalação do Ventilador

Execução		
Número Horas	Custo Hora	Gasto
12	25,00 €	300,00€
24	15,00€	360,00€
24	15,00€	360,00€
	Total	1 020,00€

O que implica uma discrepância de:

Tabela 10 - Discrepância entre orçamento e execução da instalação do ventilado -

Discrepância		
Número de horas	Gastos	Percentual
-2	-50,00€	20%
-8	-120,00€	50%
-8	-120,00€	50%
Total	-290,00€	40%

Alterando assim o previsto para:

Tabela 11 - Resumo da instalação do ventilador

Custo Execução	
Preço M.O.	1 020,00€
Preço Não M.O.	1 300,00€
Total Custo Execução	2 320,00€
Valor de Venda	2 436,00€
Resultado Operacional	116,00€
Desvio Orçamental	-13%
Lucro para a Empresa	5%

A falha de informação levou ao atraso que aumentou o custo de execução em 320€ e reduzindo o lucro para o executante para 5% simultaneamente aumentando o tempo de entrega ao cliente para o dobro.

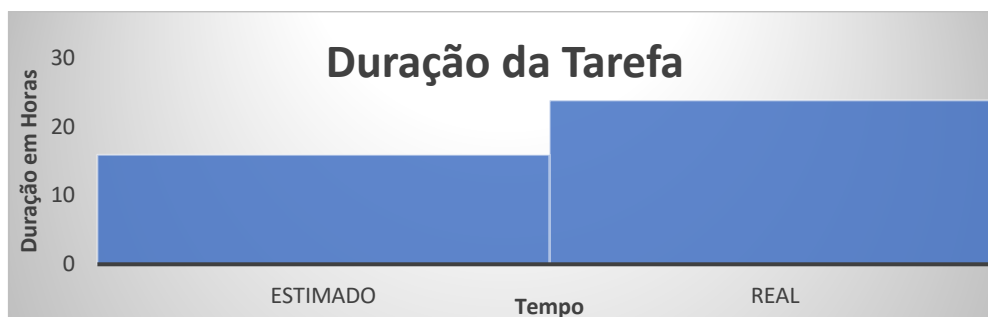


Gráfico 2 - Duração da instalação do ventilador

Verificação de estado e reparação das bombas da central hidráulica dos sistemas de AVAC.

No seguimento do cumprimento do plano de manutenção preventivo, foi sugerido pela equipa de manutenção residente a substituição dos rolamentos das bombas do circuito de AVAC. O que por sua vez representaria uma melhoria na medida em que deixaria de ser necessário a lubrificação manual das bombas reduzindo o seu custo de operação e ao mesmo tempo aumentando a vida útil dos componentes em questão. Para a realização desta operação foi necessário:

1. Identificação de bombas a serem intervencionadas
2. Planeamento das intervenções.
3. Identificação dos rolamentos abertos ou fechados
4. Decisão de ordem (sequência) de intervenção.

A correta identificação de cada bomba presente na área técnica é de extrema importância não só por uma questão de controlo da atividade, mas para se determinar qual a afetação de cada bomba. O planeamento das intervenções foi necessário não só por optimização de tempo, mas principalmente por questões de segurança, sendo o espaço de mobilidade reduzida e as bombas de peso elevado e não existindo pontos

de fixação para esta operação as movimentações das bombas não são isentas de riscos. A identificação do estado dos rolamentos permitiu ajudar a priorizar a ordem de intervenção. A decisão de ordem de intervenção incidiu não só sobre o estado físico dos componentes em utilização, mas também nas limitações de operação do sistema. Desligando a bomba afeta ao chiller, o mesmo pára e não se consegue climatizar a zona eficientemente o que causa desconforto para os ocupantes.

Para a intervenção foi previsto:

Tabela 12 – Tempo previsto para substituição de rolamentos

Previsto			
Cargo	Número Horas	Custo Hora	Gasto
Gestor	10	25,00€	250,00€
TIM III	54	15,00€	810,00€
		Total	1 060,00€

Com um custo de materiais de 15.000,00€:

O que originou o orçamento de:

Tabela 13 - Orçamento para substituição de rolamentos

Orçamento	
Preço M.O.	1 060,00€
Preço Não M.O.	15 000,00€
Total Custo Previsto	16 060,00€
Lucro	3 212,00€
Valor Venda	19 272,00€

Onde a mão de obra tem a seguinte distribuição:



Gráfico 3 - Percentagem de peso de Mão de Obra no orçamento, Rolamentos

Sendo o custo dos materiais tão elevado é expectável que a mão de obra tenha um valor tão diminuto.

Neste caso também existiu atraso, que se deveu a falhas de informação e outros factores, que se enunciam: o desconhecimento de zonas de apoio para se colocarem os cadernais para elevação das bombas, a validação diária sobre que bombas interencionar e por que ordem, a mudança dos técnicos especializados que acompanhavam a execução da tarefa, a perda de informação sobre o ponto de situação.

Levando a que:

Tabela 14 - Execução da substituição dos rolamentos

Execução		
Número Horas	Custo Hora	Gasto
30	25,00€	750,00€
70	15,00€	1 050,00€
	Total	1 800,00€

Ou seja:

Tabela 15 - Discrepância entre orçamento e execução, substituição rolamentos

Discrepância		
Número de horas	Gastos	Percentual
-20	-500,00€	200%
-16	-240,00€	30%
Total	-740,00€	70%

Alterando assim o previsto para:

Tabela 16 - Resumo da substituição dos rolamentos

Custo Execução	
Preço M.O.	1 800,00€
Preço Não M.O.	15 000,00€
Total Custo Execução	16 800,00€
Valor de Venda	19 272,00€
Resultado Operacional	2 472,00€

Desvio Orçamental	-4%
Lucro para a empresa	15%

Neste caso o lucro foi reduzido para 15% apesar dos largos aumentos nos custos de mão de obra, este facto deve-se ao peso da mão de obra ser de 7% no valor global da proposta.

Esta situação representou para o cliente um atraso no termino da tarefa na ordem de:

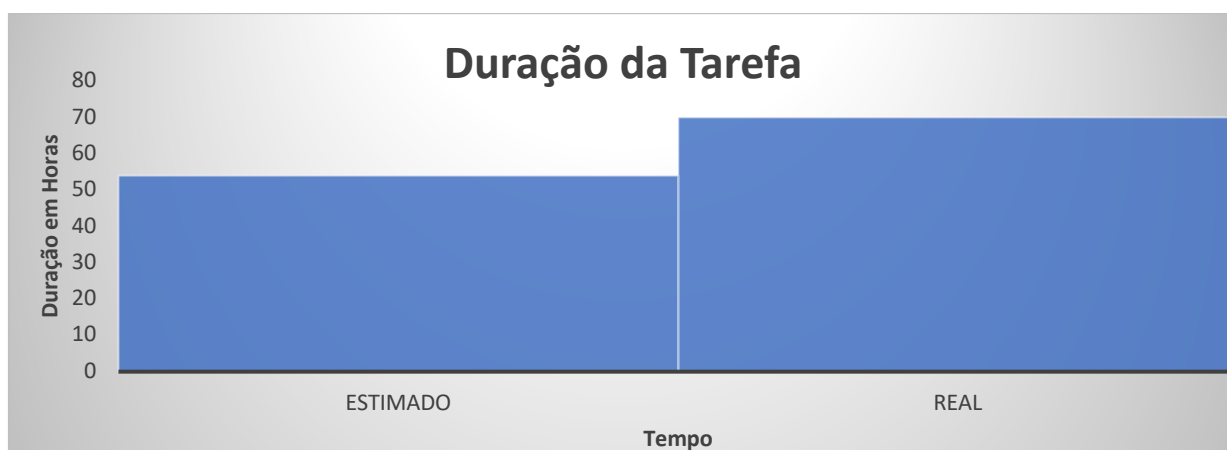


Gráfico 4 - Duração substituição dos rolamentos

Instalação de nova bomba de calor

Devido a uma fuga no compressor da caldeira houve uma interrupção no fornecimento de AQS. Esta situação revelou fragilidades no fornecimento de água quente na medida em que não existia redundância para o sistema.

Para colmatar tal situação foi necessário instalar uma segunda bomba de calor e fazer a sua integração no sistema de GTC. A instalação de uma bomba nova obrigou a um planeamento mais rigoroso considerando que teria de ser integrada também no circuito de AQS existente o que obrigou a resolução de dois problemas: a localização da bomba dentro da área técnica em questão e o caminho a percorrer com a bomba considerando as suas limitações físicas (peso e dimensões).

Para a resolução destes dois problemas foi necessário recorrer a diversas medições de não só da área técnica, mas também do percurso. As telas finais do edifício embora completas

não representam com exatidão pormenores técnicos e alterações que poderão ter existido, desde a colocação de equipamentos novos, à implementação de tubagens ou esteiras técnicas as quais podem representar impedimentos para a passagem do equipamento.

Como tal foram estimadas as seguintes horas no planeamento e levantamento das condições existentes:

Tabela 17 - Tempo previsto para instalação nova bomba de calor

Previsto			
Cargo	Número Horas	Custo Hora	Gasto
Gestor	16	25,00€	400,00€
TIM III	1	15,00€	15,00€
Eletricista	1	15,00€	15,00€
		Total	430,00€

Com um preço de material de 30.000,00€:

O que representa um orçamento de:

Tabela 18 - Orçamento para nova bomba de calor

Orçamento	
Preço M.O.	430,00€
Preço Não M.O.	30 000,00€
Total Custo Previsto	30 430,00€
Lucro	6 086,00€
Valor Venda	36 516,00€

À semelhança do caso anterior:

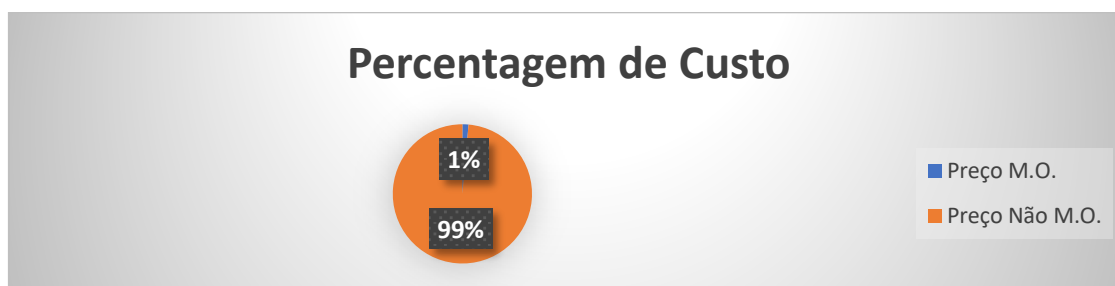


Gráfico 5 - Percentagem de mão de obra para nova bomba de calor

Neste caso foi necessário reconfirmar várias vezes a viabilidade das passagens da bomba e da entrada no edifício com acompanhamento do cliente. O que implicou diversas repetições e reuniões. Foi também necessário avaliar a necessidade da criação de um apoio físico onde colocar o novo equipamento e constrangimentos ao mesmo assim como as necessidades da sua execução. Causando assim:

Tabela 19 - Execução da nova bomba de calor

Execução			
Número Horas	Custo Hora		Gasto
16	€	25,00	€ 400,00
15	€	15,00	€ 225,00
4	€	15,00	€ 60,00
	Total		€ 685,00

O que implica:

Tabela 20 - Discrepância entre orçamento e execução, nova bomba de calor

Discrepância		
Número de horas	Gastos	Percentual
0	0€	0%
-14	-210,00	1400%
-3	-45,00€	300%
Total	-255,00€	59%

Criando assim:

Tabela 21 - Resumo da nova bomba de calor

Custo Execução	
Preço M.O.	685,00€
Preço Não M.O.	30 000,00€
Total Custo Execução	30 685,00€
Valor de Venda	36 516,00€
Resultado Operacional	5 831,00€
Desvio Orçamental	-1%
Lucro para a empresa	19%

Novamente o elevado peso do material implica uma redução do lucro para 19%, não alterando o tempo de execução da tarefa.



Gráfico 6 - Duração nova bomba de calor

Reparação da bomba de calor existente.

Foi necessário proceder à reparação de uma bomba de calor, para tal foi necessário diagnosticar correctamente a patologia e encomendar as peças. Foi necessário tempo para diligentemente proceder a esta operação do ponto de vista do Gestor.

Foi previsto para esta tarefa o seguinte cenário:

Tabela 22 - Tempo previsto reparação da bomba de calor

Previsto			
Cargo	Número Horas	Custo Hora	Gasto
Gestor	6	€ 25,00	€ 150,00
TIM III	31	€ 15,00	€ 465,00
Eletricista	32	€ 15,00	€ 480,00
		Total	€ 1 095,00

Pelo que as peças a substituir ficariam pelo valor de 3.000,00€

Sendo o orçamento:

Tabela 23 - Orçamento reparação bomba de calor

Orçamento	
Preço M.O.	1 095,00€
Preço Não M.O.	3 000,00€
Total Custo Previsto	4 095,00€
Lucro	819,00€
Valor Venda	4 914,00€

Onde a mão de obra tem o seguinte peso:

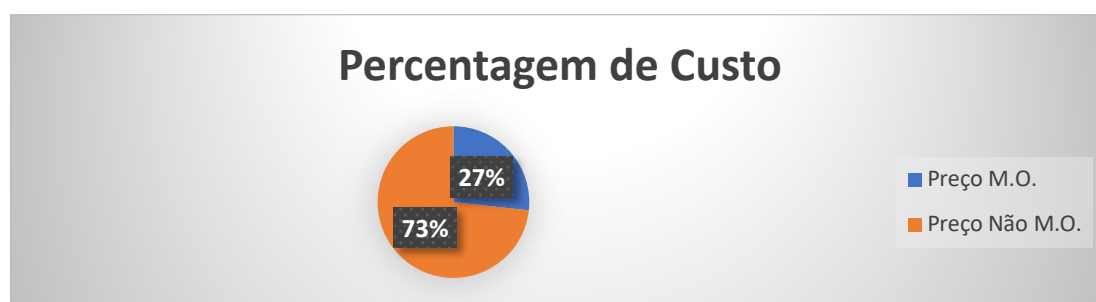


Gráfico 7 - Percentagem de mão de obra para reparação da bomba de calor

A montagem demorou mais do que o previsto pelo desconhecimento das instalações, por parte de um técnico, não só atrasando os trabalhos, mas também gastando tempo do Gestor a passar a informação. Assim o “real” da execução foi:

Tabela 24 - Execução reparação bomba de calor

Execução		
Número Horas	Custo Hora	Gasto
7	25,00€	175,00€
40	15,00€	600,00€
40	15,00€	600,00€
	Total	1 375,00€

Originando:

Tabela 25 - Discrepância entre orçamento e execução

Discrepância		
Número de horas	Gastos	Percentual
-1	-25,00€	17%
-9	-135,00€	29%
-8	-120,00€	25%
Total	-280,00€	26%

Criando assim:

Tabela 26 - Resumo reparação bomba de calor

Custo Execução	
Preço M.O.	1 375,00€
Preço Não M.O.	3 000,00€
Total Custo Execução	4 375,00€
Valor de Venda	4 914,00€
Resultado Operacional	539,00€
Desvio Orçamental	-6%
Lucro para a empresa	12%

Nesta situação a redução foi para 12%, embora o aumento de horas de trabalho percentualmente não tenha sido muito elevado o maior peso da mão de obra implicou esta redução mais acentuada.

Intervenção de piquete.

Foi solicitado, a título de emergência, uma intervenção de piquete fora do horário laboral normal. A situação, sendo de carácter muito urgente, exigia uma resposta rápida e precisa. A zona onde o problema ocorreu é uma zona de acesso altamente restrito inclusive para a equipa de manutenção, pelo que só poderia ser garantido acesso na presença de um membro da equipa de segurança. Pela descrição remota e sem possibilidade de analisar a

situação in loco o Gestor mobilizou a equipa necessária e considerou que o problema seria rapidamente resolvido, estimando:

Tabela 27 - Tempo previsto para intervenção de piquete

Previsto			
Cargo	Número Horas	Custo Hora	Gasto
Gestor	1	25,00€	25,00€
TIM III	3	15,00€	45,00€
		Total	70,00€

Nesta situação não existiu necessidade de material pelo que o custo assenta unicamente em mão de obra.

Na chegada ao local, o técnico em questão desconhecia as instalações e os equipamentos (ligações elétricas, quadros específicos), a equipa de segurança desconhecia o local e o Gestor com contacto limitado não foi capaz de eficaz e eficientemente transmitir informação e controlar a situação. Pelo que o resultado foi de:

Tabela 28 - Tempo de execução da intervenção de piquete

Execução		
Número Horas	Custo Hora	Gasto
3	25,00 €	75,00€
14	15,00€	210,00€
	Total	285,00€

Ou seja, uma diferença de:

Tabela 29 - Discrepância entre o previsto e o real da intervenção de piquete

Discrepância		
Número de horas	Gastos	Percentual
-2	-50,00€	200%
-11	-165,00€	367%
Total	-215,00€	307%

Em situações de piquete de forma comum não são feitas propostas ou orçamentos, existe um montante contratual que baliza os valores de intervenção de piquete. O quadro seguinte representa, à semelhança dos casos anteriores o que aconteceria se tivesse existido uma proposta e se a mesma tivesse sido aceite.

Tabela 30 - Resumo hipotético da intervenção de piquete

Venda ao Cliente		Custo Execução	
Preço M.O.	70,00 €	Preço M.O.	285,00 €
Preço Não M.O.	0,00 €	Preço Não M.O.	0,00 €
Total Custo Previsto	70,00 €	Total Custo Execução	285,00 €
Lucro	14,00 €	Valor de Venda	84,00 €
Valor Venda	84,00 €	Resultado Operacional	-201,00 €
		Desvio Orçamental	-75%
		Lucro para a empresa	-71%

Como se pode analisar, numa situação de apresentação de proposta referente a esta situação as perdas seriam vastamente superiores ao valor da proposta inicial, criando uma situação de prejuízo para a empresa executante.

7.3 – Caso genérico e cenários SE

Para uma possível avaliação do impacto da implementação da tecnologia dos casos existentes retiraram-se as relações necessárias dos para criar uma situação genérica e utilizando os cenários SE expostos no capítulo 5.4 vai ser avaliada a mesma utilizando os mesmos parâmetros para os casos no subcapítulo anterior.

Cenário Genérico esse que será o resultado de uma média de alguns valores retirados, conforme exposto na tabela seguinte.

Tabela 31 - determinação de valores médio para criação de um caso genérico

	VEX	Bomba Calor Nova	Bomba de Calor Reparação	Rolamentos	Piquete	Média
Custo Estimado	2030,00€	30 430,00€	4 095,00€	16 060,00 €	70,00 €	10 537,00 €
Custo Real	2320,00€	30 685,00€	4 375,00€	16 800,00 €	285,00 €	10 893,00 €
Horas Planeamento EST	10	16	6	10	1	8,6
Horas Planeamento Real	12	16	7	30	3	13,6
Horas Execução Estimado	32	1	32	54	3	24,4
Horas execução Real	48	15	40	70	14	37,4
Lucro esperado	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Lucro Real	5%	19%	12%	15%	-71%	-4%
Duração estimada	16	16	32	54	3	24,2
Duração Real	24	16	40	70	14	32,8
Ineficiência(h)	8	0	8	16	11	8,6
Peso M.O.	36%	1%	27%	7%	100%	34%

Dos casos apresentados, em média o valor de mão de obra pesa 34%, sendo este valor relevante pois é o valor que é passível de ser reduzido; este representa também que o peso médio dos materiais nos custos das propostas é de 66%. Assim, se determinarmos 66% do valor de 10537,00€ temos o valor de material de 6954,42€

E o caso genérico será:

Tabela 32 - Caso Genérico

Caso Genérico	Valores
Valor de Venda	9 042,50 €
Custo Estimado	7 535,42 €
Preço Material	6 954,42 €
Horas Gestor estimado	9
Horas técnicos estimado	24
Lucro esperado	20%
Duração estimada	24
Custo estimado Gestor	215,00 €
Custo estimado técnico	366,00 €
Lucro	1 507,08 €

Aplicando agora as reduções na mão de obra de forma igual tanto para o cargo de planeamento (Gestor) como para os executantes (técnicos), para o caso genérico temos:

Tabela 33 - Aplicação de redução de tempo no caso genérico

Cenários de Poupança	Caso Genérico	25%	50%	75%
Valor de Venda	9 042,50 €	9 042,50 €	9 042,50 €	9 042,50 €
Custo Estimado	7 535,42 €	7 390,17 €	7 244,92 €	7 099,67 €
Preço Material	6 954,42 €	6 954,42 €	6 954,42 €	6 954,42 €
Horas Gestor estimado	9	6	4	2
Horas técnicos estimado	24	18	12	6
Lucro esperado	20%	20%	20%	20%
Duração estimada	24	30	30	30
Custo estimado Gestor	215,00€	161,25€	107,50€	53,75€

Custo estimado técnico	366,00€	274,50€	183,00€	91,50€
Lucro	1 507,08 €	1 652,33 €	1 797,58 €	1 942,83 €
Lucro Percentual	20%	22%	25%	27%
Aumento de Margem de Lucro	0%	11%	19%	27%

Conforme se pode confirmar na tabela 33 no melhor cenário possível com uma redução de tempo de mão de obra na ordem dos 75% obtém-se um aumento de lucro na ordem dos 27% face ao previsto numa situação em que se assume que a mão de obra terá um de 34% no valor de venda. Sendo este aumento progressivo não linear a par com a redução de tempo de mão de obra.

8 - Conclusões

No desenvolvimento deste TFM foi possível acompanhar de perto as operações de uma equipa de manutenção especializada proveniente de uma empresa de referência a nível mundial enquanto operava num cliente de expressão internacional. Para as operações de manutenção o reporte correcto e conciso é extraordinariamente importante.

A aplicação da tecnologia de realidade aumentada como interface de um sistema BIM 7D é ainda de elevado custo e tecnologicamente de difícil acesso não sendo possível testar a tecnologia em campo, no entanto com os dados que foram possíveis de adquirir durante este estágio, conseguiu-se concluir que:

Existe um enorme desperdício de tempo na execução das tarefas tanto dos técnicos como dos gestores por falta de informação clara e imediata.

1. Existe uma enorme necessidade de transmitir com rapidez e clareza informação aos técnicos e aos gestores sobre os edifícios onde operam.
2. O peso de mão de obra nas propostas de serviços extra pesa em média 34% no valor final.
3. Este valor de mão de obra é passível de ser reduzido com melhor acesso e partilha de informação de forma clara e imediata, algo que poderia ser feito com R.A.
4. Numa situação em que a informação poderia estar imediatamente disponível e considerando uma redução de tempo de tarefas de todos incluídos em 75% isso significaria um aumento de lucro para o fornecedor no valor de 27% face ao espectável.

Uma outra situação que não foi possível quantificar, mas merece ser mencionada é a dependência, não só dos gestores do edifício, mas também do gestor da equipa de manutenção, em técnicos que possuem um elevado conhecimento das instalações, mas não a partilham. Caso estes técnicos por algum motivo se tornem pouco produtivos ou por qualquer motivo saiam das instalações haverá perda de informação que pode ser de elevado valor.

A implementação desta tecnologia iria fornecer total transparência a este sector, não só seriam os registos mais precisos com o acréscimo das imagens recolhidas pelos equipamentos utilizados para interface, como criaria a hipótese de controlar com maior precisão, e sem choque direto, os tempos de chegada, de saída e de trabalho dos técnicos. Sendo esta última situação a mais problemática pois numa instalação de grandes dimensões o gestor não consegue estar constantemente a controlar todos os técnicos o que pode dar azo a situações de baixa produtividade.

A poupança de tempo mais acentuada seria nas medidas corretivas e em novos projectos, pois são as situações que fogem á rotina habitual da, os ganhos de tempo poderiam ser alocados para outras tarefas ou novos projectos de implementação e alteração. Uma outra situação que poderia usufruir muito seria a adaptação de novos técnicos nas instalações, existindo forma de visualmente transmitir a informação aos mesmos seria possível reduzir o desperdício de tempo inicial com as deslocações e com a procura tanto das áreas técnicas com os equipamentos presentes nas mesmas, ou seja, o tempo de adaptação á nova instalação passa a zero pois a informação necessária é disponibilizada imediatamente de forma.

As situações de piquete são por natureza de elevada urgência, pelo que requerem precisão e rapidez na sua resolução. A alteração de elementos na equipa de piquete pode eliminar por completo estas duas competências, a utilização desta tecnologia eliminaria por completo esta falha. Criando também a hipótese de alocar qualquer técnico a qualquer instalação em situação de piquete, pois é removido por completo a necessidade de conhecimento prévio da instalação.

O grande ganho na utilização de BIM 7D com RA em Facility Management é tempo.

BIBLIOGRAFIA

- [1] R. Zaccare, “BIM 3D ao 7D,” 2018. [Online]. Available: <https://revittemplate.com.br/bim/bim-3d-ao-7d/>. [Accessed: 20-Nov-2018].
- [2] ENGIBIM, “BIM EM PORTUGAL.” [Online]. Available: <https://engibim.pt/bim-em-portugal/>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [3] Projelet, “BIM: conceito e vantagens,” 2015. [Online]. Available: <http://projelet.com.br/bim-conceito-e-vantagens/>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [4] COTEC, “A indústria da construção tem de se preparar para uma nova era,” 2018. [Online]. Available: <http://www.cotecportugal.pt/pt/noticias-e-eventos/a-industria-da-construcao-tem-de-se-preparar-para-uma-nova-era>. [Accessed: 06-Apr-2019].
- [5] M. Narciso, “Proposta de adenda de apoio à contratação Engenharia Civil Júri :,” 2016.
- [6] F. A. A. Pinho, “Norma BIM Portuguesa,” 2015.
- [7] A. A. Costa, “Bim E a a Digitalização Da Construção E Das Infraestruturas,” vol. 20, 2018.
- [8] M. VENANCIO, “Avaliação Da Implementação De Bim – Building Information Modeling Em Portugal,” *Dep. Eng. Civil, Fac. Eng. da Univ. do Porto, Porto, Port. 2015*, pp. 1–402, 2015.
- [9] O. dos Engenheiros, “Curso Building Information Modelling,” 2019. [Online]. Available: <http://www.ordemengenheiros.pt/pt/agenda/curso-building-information-modelling-bim/>. [Accessed: 06-Sep-2019].
- [10] A. Consulting, “BIM Adoption around the World,” 2017. [Online]. Available: <http://abideconsulting.org/bim-adoption-around-the-world/>. [Accessed: 07-Apr-

- 2019].
- [11] Thomas Goubau, “A History of BIM,” 2017. [Online]. Available: <https://www.aproplan.com/blog/construction-collaboration/a-history-of-bim>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [12] M. H. Construction, *The business value of BIM for construction in major global markets*. 2015.
- [13] S. Paul, “BIM adoption around the world: how good are we?,” 2018. [Online]. Available: <https://www.geospatialworld.net/article/bim-adoption-around-the-world-how-good-are-we/%0A>. [Accessed: 27-Dec-2018].
- [14] i. Singh, “BIM Adoption and Implementation Around the World: Initiatives by Major Nations,” *Geospatial Media Commun.*, 2017.
- [15] R. Tecnica, “BIM obbligatorio dal 2019: le fasi di attuazione del decreto,” 2017. [Online]. Available: <https://www.ediltecnico.it/51786/bim-obbligatorio-2019-decreto/>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [16] E. di Giacomo, “BIM en Italie, l’obligation pour les marchés publics d’ici 2019 confirmée,” 2017. [Online]. Available: <https://abcdblog.typepad.com/abcd/2017/12/bim-en-italie-l-obligation-pour-les-marches-publics-d-ici-2019-confirnee.html>. [Accessed: 20-Nov-2018].
- [17] E. Britannica, “Elisha Otis,” 2019. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/biography/Elisha-Otis>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [18] E. Britannica, “Concrete,” 2018. [Online]. Available: <https://www.britannica.com/technology/concrete-building-material>. [Accessed: 07-Apr-2019].
- [19] G. H. Nunes and M. Leão, “Estudo comparativo de ferramentas de projetos entre o CAD tradicional e a modelagem BIM Comparative study of design tools - the traditional CAD and BIM modeling,” *Rev. Eng. Civ.*, no. 55, pp. 47–61, 2018.

- [20] V. Quirk, “A Brief History of BIM,” 2012. .
- [21] A. Duque, “DIMENSIONES QUE ABARCAMOS CON UN MODELO BIM,” 2018. [Online]. Available: <https://blog.acaddemia.com/dimensiones-que-abarcamos-con-un-modelo-bim/>.
- [22] M. Mall, “Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM,” 2018. [Online]. Available: <https://www.autodesk.com/redshift/building-information-modeling-top-11-benefits-of-bim/>. [Accessed: 05-Feb-2019].
- [23] Francesc Salla, “15 advantages of using BIM,” 2014. [Online]. Available: <https://www.visualarq.com/2014/03/12/15-advantages-of-using-bim/>. [Accessed: 08-Apr-2019].
- [24] Estudio Origem, “REVIT E TECNOLOGIA ‘B I M,’” 2016. [Online]. Available: <http://ideiagenciadigital.com.br/estudioorigem/tecnologia-bim/>. [Accessed: 12-Oct-2018].
- [25] M. BALL, “Building Information Modeling for the Win: Top 11 Benefits of BIM,” 2018. .
- [26] A. A. N. Meira, “Desenvolvimento de ferramentas compatíveis com modulação em BIM para análise do custo da habitação social,” 2016.
- [27] J. P. Fernandes, “Universidade do Minho Escola de Engenharia José Pedro Machado Fernandes A metodologia Building Information,” 2013.
- [28] “Parametric modelling,” 2017. [Online]. Available: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Parametric_modelling. [Accessed: 11-Feb-2019].
- [29] M. Martins, “Aplicação do BIM a uma infraestrutura técnica: Sistema de Climatização,” 2017.
- [30] FEUP, “Interoperabilidade BIM,” 2011. [Online]. Available: https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Interoperabilidade_BIM.

- [Accessed: 11-Feb-2019].
- [31] S. Hamil, “Building Information Modelling and interoperability,” 2012. [Online]. Available: <https://www.thenbs.com/knowledge/building-information-modelling-and-interoperability>. [Accessed: 12-Feb-2019].
- [32] D. Buildings, “Industry Foundation Classes IFC,” 2017. [Online]. Available: https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Industry_Foundation_Classes_IFC. [Accessed: 10-Apr-2019].
- [33] Richard McPartland, “What is IFC?,” 2017. [Online]. Available: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-ifc>. [Accessed: 10-Apr-2019].
- [34] A. G. C. Monteiro, “Avaliação da aplicabilidade do modelo IFC ao licenciamento automático de projectos de redes de distribuição predial de água,” *Diss. Mestr.*, 2010.
- [35] FEUP, “Industry Foundation Classes,” 2013. [Online]. Available: https://paginas.fe.up.pt/~gequaltec/w/index.php?title=Industry_Foundation_Classes. [Accessed: 12-Feb-2019].
- [36] Richard McPartland, “Clash detection in BIM,” 2016. .
- [37] G. Massantini, “Gestione delle Interferenze nel BIM.” [Online]. Available: <https://bimon.it/gestione-delle-interferenze-nel-bim/>. [Accessed: 19-Feb-2019].
- [38] A. C. M. Barbosa, “A Metodologia BIM 4D e BIM 5D aplicada a um caso prático Construção de uma ETAR na Argélia,” 2014.
- [39] Monteiro; André, “LINHA DE BALANÇO - UMA NOVA ABORDAGEM AO PLANEAMENTO E CONTROLO DAS ACTIVIDADES DA CONSTRUÇÃO,” *FEUP*, 2011.
- [40] “BIM 4D 5D, O QUE É BIM.” [Online]. Available: <https://blog.totalcad.com.br/afinal-o-que-e-um-software-bim/bim-4d-5d/>. [Accessed: 08-Mar-2019].

- [41] A. Poças, “Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM Ana Rita Fernandes Poças Planeamento e controlo de projetos de construção com recurso ao BIM,” 2015.
- [42] R. Münch, “TECNOLOGIA BIM: CICLO BIM 3D AO BIM 7D,” 2016. [Online]. Available: <https://www.linkedin.com/pulse/tecnologia-bim-ciclo-3d-ao-7d-josé-ricardo-münch>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [43] Hitech, “6D BIM – Sustainable Design,” 2019. [Online]. Available: <https://www.hitechcaddservices.com/bim/6d/>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [44] NdBIM, “EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E O BIM,” 2016. [Online]. Available: <http://ndbim.com/index.php/pt/component/k2/item/6-eficiencia-energetica-e-o-bim>. [Accessed: 13-Mar-2019].
- [45] “Realidade aumentada,” 2019. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Realidade_aumentada. [Accessed: 14-Mar-2019].
- [46] Pinterest, “Aircrafts military cockpit hud,” 2019. [Online]. Available: <https://www.pinterest.pt/pin/331366485054321116/>. [Accessed: 14-Feb-2019].
- [47] Sti-engineering, “BIM,” 2019. [Online]. Available: <https://www.sti-engineering.it/en/competenza/bim/>. [Accessed: 14-Mar-2019].
- [48] NewGensApp, “Know the augmented reality technology,” 2017. [Online]. Available: <https://www.newgenapps.com/blog/augmented-reality-technology-how-ar-works>. [Accessed: 20-Mar-2019].
- [49] ThinkMobiles, “What is Augmented Reality (AR) and How does it work,” 2017. .
- [50] Tina Cortese, “Current Uses of AR,” 2016. .
- [51] G. Wilson, “How Can Virtual & Augmented Reality Benefit Facilities Management?,” 2018. .
- [52] J. Irizarry, G. Williams, M. Gheisari, J. Schmidt, and S. Goodman, “Exploring

- BIM and Mobile Augmented Reality Use in Facilities Management,” no. May, pp. 1941–1950, 2014.
- [53] F. E. dos S. Nogueira, “Projeto de sistema de gestão técnica centralizada integrando smart panels - edifício comercial como caso de estudo,” 2015.
- [54] R. G. Brown, “Building management systems,” *Prop. Manag.*, vol. 8, no. 3, pp. 212–219, 1990.
- [55] I. Couras, “Gestão Técnica de Edifícios Aplicação em Edifício Escolar,” 2011.
- [56] R. et A. Minerva, “Towards a Definition of the Internet of Things,” *IEEE*, pp. 1–86, 2015.
- [57] A. Quintela, *Hidráulica*, 12th ed. .
- [58] “Fluidos Mecânica.” [Online]. Available: www.ebah.com.br. [Accessed: 20-Sep-2019].
- [59] Thermal Care, “HOW DOES A CHILLER WORK?” [Online]. Available: <https://www.thermalcare.com/how-does-a-chiller-work/>.
- [60] GrabCAD, “AHU.” [Online]. Available: <https://grabcad.com/library/air-handler-unit-1>. [Accessed: 25-Sep-2019].
- [61] Swegon, “Parasol.” .

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO A – Folhas de dados Orçamentos NOVA BOMBA DE CALOR

AMT - FOLHA DE FECHO DE ORÇAMENTO						
REFERÊNCIA DA PROPOSTA:		CLIENTE :				
		NOME DO PROJECTO:				
REVISÃO N.º:		LOCAL :				
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
1	HRS.	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITARIO	CUSTO S/ AMORTIZ.	CUSTO IMPUTADO	
A1	8	GESTOR CONTR.	€ 34,00	€ 272,00		
	0	TEC. OPERAC.	€ -	€ -		
	8	ENCARREGADO	€ 13,50	€ 108,00		
	0	TIM III	€ -	€ -		
	0	OF AVAC	€ -	€ -		
	0	OF ELECT	€ -	€ -		
	0	OF CIVIL	€ -	€ -		
	0	AJUDANTE	€ -	€ -		
		TOTAL DE MÃO DE OBRA		€ 380,00		
A2		GRANDES DESLOCAÇÕES E RESP. TÉCNICAS		€ -		
A3		TOTAL DE VIATURAS		€ -		
			TOTAL (A1+A2+A3)	€ 380,00	€	380,00
A4 INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS						
			TOTAL INVESTIMENTOS	€ -	€	-
1	ANOS	AMORTIZAÇÃO				
A5 MATERIAIS						
1	QTD.	MATERIAIS	€	€	OBSERVAÇÕES	
	1	Materiais	€ 8 375,00	€ 8 375,00		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			TOTAL	€ 8 375,00	€	8 793,75
						com 5 %
A6 SUBEMPREGADAS EXTERNAS						
1	QTD.	UN	SUBEMPREGADAS EXTERNAS	€	€	OBSERVAÇÕES
	1	UN	Construção civil	€ 1 000,00	€ 1 000,00	
	1	Vg	Duplicar comandos nova bomba	€ 350,00	€ 350,00	
	1	Vg	Doméstica	€ 1 000,00	€ 1 000,00	
	1	Vg	Lenhasol	€ 16 319,76	€ 16 319,76	
				€ -	€ -	
				€ -	€ -	
				€ -	€ -	
				€ -	€ -	
			TOTAL	€ 18 669,76	€	19 603,25
						com 5 %
A7 SUBEMPREGADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS						
1	QTD.	UN	SUBEMPREGADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS	€	€	OBSERVAÇÕES
	1			€ -	€ -	
				€ -	€ -	
			TOTAL	€ -	€	-
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1 GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO						
			TOTAL GASTOS PROPRIOS	€ -	€	-
B2 LANÇAMENTO DO CONTRATO						
0	HRS.	HORAS ENGENHEIRO	€	€	OBSERVAÇÕES	
	0	DIAS	ESTADIAS E REFEIÇÕES	€ 100,00	€ -	
	0	KMS	GASTOS VIAGEM	€ 0,35	€ -	
				€ -	€ -	
				€ -	€ -	
				€ -	€ -	
1	ANOS	AMORTIZAÇÃO				
			TOTAL CUSTOS INDIRECTOS	€ -	€	-
RESUMO DO ORÇAMENTO						
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
A1+2+3	MÃO DE OBRA, DESLOCAÇÕES E VIATURAS			€		380,00
A4	INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS			€		-
A5	MATERIAIS			€		8 793,75
A6	SUBEMPREGADAS EXTERNAS			€		19 603,25
				A	€	28 777,00
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1	GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO			€		-
B2	LANÇAMENTO DO CONTRATO			€		-
CUSTO INTERMÉDIO				B	€	-
				A+B	€	28 777,00
C CUSTOS DE ESTRUTURA						
1	CUSTOS DE PROPOSTAS SEM ADIUDICAÇÃO			1,25%	€	359,71
2	CUSTOS FINANCEIROS			1,25%	€	359,71
3	ROYALTIES			2,17%	€	624,46
				C	€	1 343,89
CUSTO TOTAL AMT				A+B+C	€	30 120,89
CUSTO MENSAL		VENDA MENSAL		MARGEM	16,00%	€ 4 819,34
€	2 510,07	€	2 911,69	VENDA AMT	€	34 940,23
A7 SUBEMPREGADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS						
				A7	€	-
VENDA FINAL					€	34 940,23

ANEXO B – Folhas de Dados de Orçamentos Reparação Bomba de Calor

REFERÊNCIA DA PROPOSTA :		CLIENTE :			
		NOME DO PROJECTO:			
REVISÃO N.º:		LOCAL :			
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO					
1	HRS.	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITARIO	CUSTO S/ AMORTIZ.	CUSTO IMPUTADO
A1	3	GESTOR CONTR.	€ 34,00	€ 102,00	
	3	TEC. OPERAC.	€ 21,00	€ 63,00	
	0	ENCARREGADO	€ -	€ -	
	31	TIM III	€ 18,00	€ 558,00	
	32	OF AVAC	€ 18,00	€ 576,00	
	0	OF ELECT	€ -	€ -	
	0	OF CIVIL	€ -	€ -	
	0	AJUDANTE	€ -	€ -	
		TOTAL DE MÃO DE OBRA		€ 1 299,00	
A2		GRANDES DESLOCAÇÕES E RESP. TÉCNICAS		€ -	
A3		TOTAL DE VIATURAS		€ 180,00	
			TOTAL (A1+A2+A3)	€ 1 479,00	€ 1 479,00
A4 INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS					
		TOTAL INVESTIMENTOS	€ -		
		AMORTIZAÇÃO			
A5 QTD. MATERIAIS OBSERVAÇÕES					
1	Compressor		€ 2 400,00	€ 2 400,00	
1	Filtro secador		€ 45,00	€ 45,00	
1	Acessórios		€ 50,00	€ 50,00	
1	Reparação da Tubagem AQS		€ 350,00	€ 350,00	
			TOTAL	€ 2 845,00	€ 2 987,25
			com 5 %		
A6 QTD. UN SUBEMPREITADAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES					
1	UN		€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			TOTAL	€ -	€ -
			com 5 %		
				TOTAL CUSTOS DIRECTOS	€ 4 466,25
A7 QTD. UN SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES					
1			€ -	€ -	
			€ -	€ -	
			TOTAL	€ -	€ -
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO					
B1 GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO					
			TOTAL GASTOS PROPRIOS	€ -	€ -
B2 LANÇAMENTO DO CONTRATO OBSERVAÇÕES					
0	HRS.	HORAS ENGENHEIRO	€ 34,00	€ -	
0	DIAS	ESTADIAS E REFEIÇÕES	€ 100,00	€ -	
0	KMS	GASTOS VIAGEM	€ 0,35	€ -	
			TOTAL	€ -	
1	ANOS	AMORTIZAÇÃO			
			TOTAL CUSTOS INDIRECTOS	€ -	€ -
RESUMO DO ORCAMENTO					
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO					
A1+2+3	MÃO DE OBRA, DESLOCAÇÕES E VIATURAS			€ 1 479,00	
A4	INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS			€ -	
A5	MATERIAIS			€ 2 987,25	
A6	SUBEMPREITADAS EXTERNAS			€ -	
			A	€ 4 466,25	
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO					
B1	GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO			€ -	
B2	LANÇAMENTO DO CONTRATO			€ -	
			B	€ -	
			CUSTO INTERMÉDIO	A+B	€ 4 466,25
C CUSTOS DE ESTRUTURA					
1	CUSTOS DE PROPOSTAS SEM ADJUDICAÇÃO		1,25%	€ 55,83	
2	CUSTOS FINANCEIROS		1,25%	€ 55,83	
3	ROYALTIES		2,17%	€ 96,92	
			C	€ 208,57	
			CUSTO TOTAL AMT	A+B+C	€ 4 674,82
CUSTO MENSAL		VENDA MENSAL		MARGEM	20,00%
€ 389,57		€ 467,48			€ 934,96
			VENDA AMT		€ 5 609,79
A7 SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS					
			A7	€ -	
				VENDA FINAL	€ 5 609,79

ANEXO D – Folhas de dados de orçamento Rolamentos.

A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
1	HRS.	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITARIO	CUSTO S/ AMORTIZ.	CUSTO IMPUTADO	
A1	0	GESTOR CONTR.	€ -	€ -		
	0	TEC.OPERAC.	€ -	€ -		
	0	ENCARREGADO	€ -	€ -		
	0	TIM III	€ -	€ -		
	0	OF AVAC	€ -	€ -		
	0	OF ELECT	€ -	€ -		
	0	OF CIVIL	€ -	€ -		
	0	AJUDANTE	€ -	€ -		
		TOTAL DE MÃO DE OBRA	€ -	€ -		
A2		GRANDES DESLOCAÇÕES E RESP. TÉCNICAS	€ -	€ -		
A3		TOTAL DE VIATURAS	€ -	€ -		
			TOTAL (A1+A2+A3)	€ -	€ -	
A4 INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS						
			TOTAL INVESTIMENTOS	€ -	€ -	
			AMORTIZAÇÃO	€ -	€ -	
A5 QTD. MATERIAIS OBSERVAÇÕES						
5		Reparação da Bomba	€ 909,50	€ 4 547,50		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			TOTAL	€ 4 547,50	€ -	4 774,88
						com 5 %
A6 QTD. UN SUBEMPREITADAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES						
1	UN		€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			TOTAL	€ -	€ -	-
						com 5 %
						TOTAL CUSTOS DIRECTOS
						€ 4 774,88
A7 QTD. UN SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES						
1			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			TOTAL	€ -	€ -	-
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1 GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO						
			TOTAL GASTOS PROPRIOS	€ -	€ -	-
B2 LANÇAMENTO DO CONTRATO OBSERVAÇÕES						
0	HRS.	HORAS ENGENHEIRO	€ 34,00	€ -		
0	DIAS	ESTADIAS E REFEIÇÕES	€ 100,00	€ -		
0	KMS	GASTOS VIAGEM	€ 0,35	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
1	ANOS	AMORTIZAÇÃO			€ -	-
			TOTAL CUSTOS INDIRECTOS	€ -	€ -	-
RESUMO DO ORÇAMENTO						
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
A1+2+3	MÃO DE OBRA, DESLOCAÇÕES E VIATURAS			€ -		-
A4	INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS			€ -		-
A5	MATERIAIS			€ -		4 774,88
A6	SUBEMPREITADAS EXTERNAS			€ -		-
			A	€ -		4 774,88
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1	GASTOS PROPRIOS DO CONTRATO			€ -		-
B2	LANÇAMENTO DO CONTRATO			€ -		-
			CUSTO INTERMÉDIO	B	€ -	-
				A+B	€ -	4 774,88
C CUSTOS DE ESTRUTURA						
1	CUSTOS DE PROPOSTAS SEM ADJUDICAÇÃO			1,25%	€ 59,69	59,69
2	CUSTOS FINANCEIROS			1,25%	€ 59,69	59,69
3	ROYALTIES			2,17%	€ 103,61	103,61
			C	€ -		222,99
			CUSTO TOTAL AMT	A+B+C	€ -	4 997,86
CUSTO MENSAL		VENDA MENSAL		MARGEM	20,00%	€ 999,57
€ 416,49		€ 499,79		VENDA AMT		€ 5 997,43
A7 SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS						
			A7	€ -		-
			VENDA FINAL	€ -		5 997,43

A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
1	HRS.	MÃO DE OBRA	CUSTO UNITARIO	CUSTO S/ AMORTIZ.	CUSTO IMPUTADO	
A1	0	GESTOR CONTR.	€ -	€ -		
	0	TEC.OPERAC.	€ -	€ -		
	0	ENCARREGADO	€ -	€ -		
	0	TIM III	€ -	€ -		
	27	OF AVAC	€ 18,00	€ 486,00		
	0	OF ELECT	€ -	€ -		
	0	OF CIVIL	€ -	€ -		
	0	AJUDANTE	€ -	€ -		
		TOTAL DE MÃO DE OBRA		€ 486,00		
A2		GRANDES DESLOCAÇÕES E RESP. TÉCNICAS		€ -		
A3		TOTAL DE VIATURAS		€ 120,00		
TOTAL (A1+A2+A3)				€ 606,00	€ 606,00	
A4 INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS						
1 ANOS		TOTAL INVESTIMENTOS	€ -		€ -	
1 ANOS		AMORTIZAÇÃO	€ -		€ -	
A5 QTD. MATERIAIS OBSERVAÇÕES						
4		Reparação da Bomba	€ 909,50	€ 3 638,00		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
TOTAL				€ 3 638,00	€ 3 819,90	com 5 %
A6 QTD. UN SUBEMPREITADAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES						
1	UN		€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
			€ -	€ -		
TOTAL				€ -	€ -	com 5 %
TOTAL CUSTOS DIRECTOS				€ 4 425,90		
A7 QTD. UN SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS OBSERVAÇÕES						
1	UN		€ -	€ -		
			€ -	€ -		
TOTAL				€ -	€ -	
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1 GASTOS PROPRIOS D O CONTRATO						
TOTAL GASTOS PROPRIOS				€ -	€ -	
B2 LANÇAMENTO DO CONTRATO						
0	HRS.	HORAS ENGENHEIRO	€ 34,00	€ -		
0	DIAS	ESTADIAS E REFEIÇÕES	€ 100,00	€ -		
0	KMS	GASTOS VIAGEM	€ 0,35	€ -		
TOTAL				€ -	€ -	
1 ANOS		AMORTIZAÇÃO	€ -		€ -	
TOTAL CUSTOS INDIRECTOS				€ -	€ -	
RESUMO DO ORCAMENTO						
A CUSTOS DIRECTOS DO CONTRATO						
A1+2+3	MÃO DE OBRA, DESLOCAÇÕES E VIATURAS			€ 606,00		
A4	INVESTIMENTOS AMORTIZÁVEIS			€ -		
A5	MATERIAIS			€ 3 819,90		
A6	SUBEMPREITADAS EXTERNAS			€ -		
				A	€ 4 425,90	
B CUSTOS INDIRECTOS DO CONTRATO						
B1	GASTOS PROPRIOS D O CONTRATO			€ -		
B2	LANÇAMENTO DO CONTRATO			€ -		
CUSTO INTERMÉDIO				B	€ -	
				A+B	€ 4 425,90	
C CUSTOS DE ESTRUTURA						
1	CUSTOS DE PROPOSTAS SEM ADJUDICAÇÃO			1,25%	€ 55,32	
2	CUSTOS FINANCEIROS			1,25%	€ 55,32	
3	ROYALTIES			2,17%	€ 96,04	
CUSTO TOTAL AMT				C	€ 206,69	
				A+B+C	€ 4 632,59	
CUSTO MENSAL		VENDA MENSAL		MARGEM	20,00%	€ 926,52
€ 386,05		€ 463,26		VENDA AMT		€ 5 559,11
A7 SUBEMPREITADAS INTERNAS E/OU PARCERIAS EXTERNAS				A7	€ -	
				VENDA FINAL	€ 5 559,11	

ANEXO E – Dados tratados

Intervenção Piquete										Preço Materiais	
Previsto				Real			Discrepância			Planeamento VS Execução	
Cargo	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero de horas	Gastos	Percentual	Desvio Gestor	Desvio Técnico
Gestor	1	€ 25,00	€ 25,00	3	€ 25,00	€ 75,00	-2	€ (50,00)	200%	200%	#DIV/0!
TIM III	3	€ 15,00	€ 45,00	14	€ 15,00	€ 210,00	-11	€ (165,00)	367%		
Eletrecista		€ 15,00	€ -		€ 15,00	€ -	0	€ -	#DIV/0!		
Total			€ 70,00	Total			€ 285,00	Total	€ (215,00)	307%	

Venda ao Cliente		Custo Execução		Tempo de execução		
Preço M.O.	% no Custo	Preço M.O.	Estimado	Real	Diferença	%
Preço M.O.	€ 70,00 100%	€ 285,00				
Preço Não M.O.	€ - 0%	€ -	3	14	11	367%
Total Custo Previsto	€ 70,00	Total Custo Execução	€ 285,00			
Lucro	€ 14,00	Valor de Venda	€ 84,00			
Valor Venda	€ 84,00	Resultado Operacional	€ (201,00)			
		Desvio Orçamental	-75%			
		Lucro para a Sotecnica	-71%			

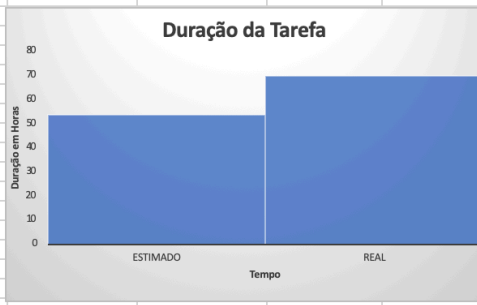
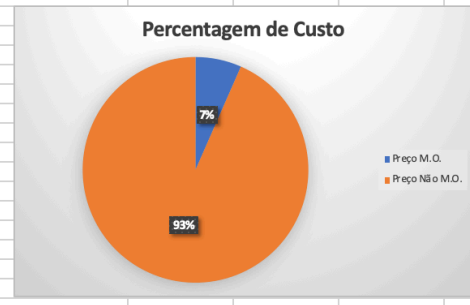
Venda ao Cliente	
Preço M.O.	€ -
Preço Não M.O.	€ -
Total Custo Previsto	€ -
Lucro	€ -
Valor Venda	€ -

Venda ao Cliente		Custo Execução	
Preço M.O.	70,00 €	Preço M.O.	285,00 €
Preço Não M.O.	0,00 €	Preço Não M.O.	0,00 €
Total Custo Previsto	70,00 €	Total Custo Execução	285,00 €
Lucro	14,00 €	Valor de Venda	84,00 €
Valor Venda	84,00 €	Resultado Operacional	-201,00 €
		Desvio Orçamental	-75%
		Lucro para a Sotecnica	-71%

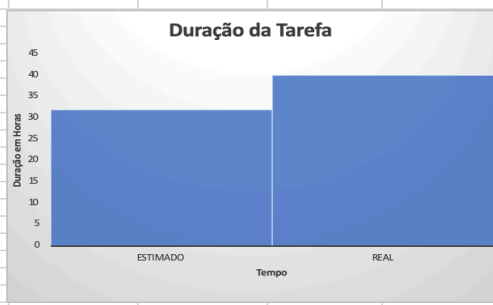
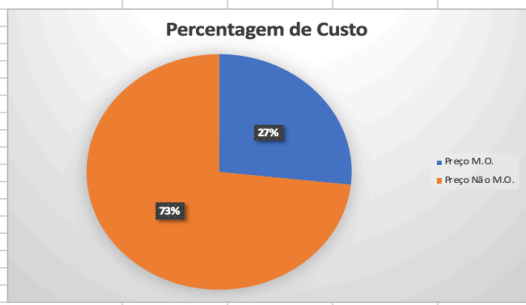


Rolamentos										Preço Materiais	
Previsto				Real			Discrepância			Planeamento VS Execução	
Cargo	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero de horas	Gastos	Percentual	Desvio Gestor	Desvio Técnico
Gestor	10	€ 25,00	€ 250,00	30	€ 25,00	€ 750,00	-20	€ (500,00)	200%	200%	30%
TIM III	54	€ 15,00	€ 810,00	70	€ 15,00	€ 1 050,00	-16	€ (240,00)	30%		
Eletrecista		€ 15,00	€ -		€ 15,00	€ -					
Total			€ 1 060,00	Total			€ 1 800,00	Total	€ (740,00)	70%	

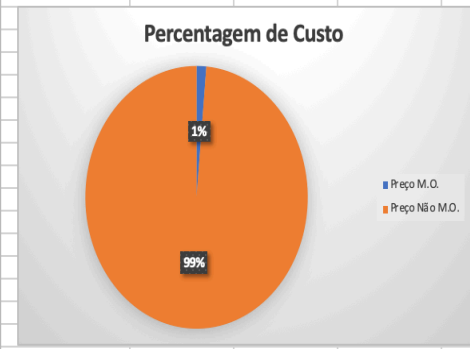
Venda ao Cliente		Custo Execução		Tempo de execução		
Preço M.O.	% no Custo	Preço M.O.	Estimado	Real	Diferença	%
Preço M.O.	€ 1 060,00 7%	€ 1 800,00				
Preço Não M.O.	€ 15 000,00 93%	€ 15 000,00	54	70	16	30%
Total Custo Previsto	€ 16 060,00	Total Custo Execução	€ 16 800,00			
Lucro	€ 3 212,00	Valor de Venda	€ 19 272,00			
Valor Venda	€ 19 272,00	Resultado Operacional	€ 2 472,00			
		Desvio Orçamental	-4%			
		Lucro para a Sotecnica	15%			



Bomba de Calor Reparação										Preço Materiais		€ 3 000,00
Previsto				Real			Discrepância			Planeamento VS Execução		
Cargo	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero de horas	Gastos	Percentual	Desvio Gestor	Desvio Técnico	
Gestor	6	€ 25,00	€ 150,00	7	€ 25,00	€ 175,00	-1	€ (25,00)	17%	17%	27%	
TIM III	31	€ 15,00	€ 465,00	40	€ 15,00	€ 600,00	-9	€ (135,00)	29%			
Eletricista	32	€ 15,00	€ 480,00	40	€ 15,00	€ 600,00	-8	€ (120,00)	25%			
Total			€ 1 095,00	Total			€ 1 375,00	Total	€ (280,00)	26%		
Venda ao Cliente		% no Custo		Custo Execução			Tempo de execução					
Preço M.O.	€ 1 095,00	27%		Preço M.O.	€ 1 375,00	Estimado	Real	Diferença	%			
Preço Não M.O.	€ 3 000,00	73%		Preço Não M.O.	€ 3 000,00	32	40	8	25%			
Total Custo Previsto	€ 4 095,00			Total Custo Execução	€ 4 375,00							
Lucro	€ 819,00			Valor de Venda	€ 4 914,00							
Valor Venda	€ 4 914,00			Resultado Operacional	€ 539,00							
				Desvio Orçamental	-6%							
				Lucro para a Sotecnica	12%							



Bomba de Calor Nova										Preço Materiais		€ 30 000,00
Previsto				Real			Discrepância			Planeamento VS Execução		
Cargo	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero de horas	Gastos	Percentual	Desvio Gestor	Desvio Técnico	
Gestor	16	€ 25,00	€ 400,00	16	€ 25,00	€ 400,00	0	€ -	0%	0%	850%	
TIM III	1	€ 15,00	€ 15,00	15	€ 15,00	€ 225,00	-14	€ (210,00)	1400%			
Eletricista	1	€ 15,00	€ 15,00	4	€ 15,00	€ 60,00	-3	€ (45,00)	300%			
Total			€ 430,00	Total			€ 685,00	Total	€ (255,00)	59%		
Venda ao Cliente		% no Custo		Custo Execução			Tempo de execução					
Preço M.O.	€ 430,00	1%		Preço M.O.	€ 685,00	Estimado	Real	Diferença	%			
Preço Não M.O.	€ 30 000,00	99%		Preço Não M.O.	€ 30 000,00	16	16	0	0%			
Total Custo Previsto	€ 30 430,00			Total Custo Execução	€ 30 685,00							
Lucro	€ 6 086,00			Valor de Venda	€ 36 516,00							
Valor Venda	€ 36 516,00			Resultado Operacional	€ 5 831,00							
				Desvio Orçamental	-1%							
				Lucro para a Sotecnica	19%							



APLICAÇÃO DE BIM 7D E REALIDADE AUMENTADA EM FACILITY MANAGEMENT

Sistema de extração										Preço Materiais		€ 1 300,00
Previsto			Real			Discrepância			Planeamento VS Execução			
Cargo	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero Horas	Custo Hora	Gasto	Numero de horas	Gastos	Percentual	Desvio Gestor	Desvio Técnico	
Gestor	10	€ 25,00	€ 250,00	12	€ 25,00	€ 300,00	-2	€ (50,00)	20%	20%	50%	
TIM III	16	€ 15,00	€ 240,00	24	€ 15,00	€ 360,00	-8	€ (120,00)	50%			
Eletrecista	16	€ 15,00	€ 240,00	24	€ 15,00	€ 360,00	-8	€ (120,00)	50%			
		Total	€ 730,00		Total	€ 1 020,00	Total	€ (290,00)	40%			
Venda ao Cliente			Custo Execução			Tempo de execução						
Preço M.O.	€ 730,00	36%	Preço M.O.	€ 1 020,00	Estimado	16	Real	24	Diferença	8	%	50%
Preço Não M.O.	€ 1 300,00	64%	Preço Não M.O.	€ 1 300,00								
Total Custo Previsto	€ 2 030,00		Total Custo Execução	€ 2 320,00								
Lucro	€ 406,00		Valor de Venda	€ 2 436,00								
Valor Venda	€ 2 436,00		Resultado Operacional	€ 116,00								
			Desvio Orçamental	-13%								
			Lucro para a Sotecnica	5%								

Cargo	Custo Hora
Gestor	€ 25,00
TIM III	€ 15,00
Eletrecista	€ 15,00

