

**Universidades Lusíada**

Carvalho, Rui Pedro Castanheiro de, 1985-

**Arquitetura e a gestão do processo : da ideia à construção – BIM – coordenação no desenvolvimento de um projeto**

<http://hdl.handle.net/11067/7745>

**Metadados**

**Data de Publicação**

2024

**Resumo**

Num sector onde cada vez mais é essencial uma boa coordenação e cooperação entre todas as partes envolvidas no desenvolvimento de um projeto, cabe ao Arquitecto assumir o ponto pivot que interliga todo este processo, assumindo a capacidade de liderança. Na atualidade existem cada vez mais ferramentas que auxiliam todo o processo construtivo de um edifício, desde a sua criação à edificação, assim como a sua gestão e manutenção. Cabe a todas as partes integrantes deste processo, em especial a Arqu...

In a sector where good coordination and cooperation between all parties involved in the development of a project is increasingly essential, it is up to the Architect to assume the pivot point that interconnects this entire process, assuming the ability to lead. Nowadays there are more and more tools that help the entire construction process of a building, from its creation to the building, as well as its management and maintenance. It is up to all the integral parts of this process, especially ...

**Palavras Chave**

Modelagem de informação da construção, Projecto de arquitectura, Arquitectura (Actividade) - Gestão

**Tipo**

masterThesis

**Revisão de Pares**

Não

**Coleções**

[ULL-FAA] Dissertações

Esta página foi gerada automaticamente em 2025-01-22T08:37:34Z com informação proveniente do Repositório



**UNIVERSIDADE LUSÍADA**  
**FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES**  
**Mestrado Integrado em Arquitetura**

**Arquitetura e a gestão do processo:  
da ideia à construção - BIM - coordenação  
no desenvolvimento de um projeto**

**Realizado por:**  
Rui Pedro Castanheiro de Carvalho

**Orientado por:**  
Professor Doutor Arquiteto Mário João Alves Chaves

**Constituição do Júri:**

Presidente: Professora Doutora Arquiteta Helena Cristina Caeiro Botelho  
Orientador: Professor Doutor Arquiteto Mário João Alves Chaves  
Arguente: Professor Doutor Arquiteto Bernardo d'Orey Manoel

Dissertação aprovada em: 19 de dezembro de 2024



UNIVERSIDADE LUSÍADA

FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES

Mestrado Integrado em Arquitetura

Arquitetura e a gestão do processo:  
da ideia à construção – BIM – coordenação no  
desenvolvimento de um projeto

Rui Pedro Castanheiro de Carvalho

Lisboa

Maio 2024





**U N I V E R S I D A D E L U S Í A D A**

FACULDADE DE ARQUITETURA E ARTES

Mestrado Integrado em Arquitetura

**Arquitetura e a gestão do processo:  
da ideia à construção – BIM – coordenação no  
desenvolvimento de um projeto**

Rui Pedro Castanheiro de Carvalho

Lisboa

Maio 2024



Rui Pedro Castanheiro de Carvalho

Arquitetura e a gestão do processo:  
da ideia à construção – BIM – coordenação no  
desenvolvimento de um projeto

Dissertação apresentada à Faculdade de Arquitetura e  
Artes da Universidade Lusíada para a obtenção do grau  
de Mestre em Arquitetura.

Orientador: Prof. Doutor Arqt. Mário João Alves Chaves

Lisboa

Maio 2024

## FICHA TÉCNICA

**Autor** Rui Pedro Castanheiro de Carvalho  
**Orientador** Prof. Doutor Arqt. Mário João Alves Chaves  
**Título** Arquitetura e a gestão do processo: da ideia à construção – BIM – coordenação no desenvolvimento de um projeto  
**Local** Lisboa  
**Ano** 2024

### CASA DO CONHECIMENTO DA UNIVERSIDADE LUSÍADA - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

CARVALHO, Rui Pedro Castanheiro de, 1985-

Arquitetura e a gestão do processo : da ideia à construção – BIM – coordenação no desenvolvimento de um projeto / Rui Pedro Castanheiro de Carvalho ; orientado por Mário João Alves Chaves. - Lisboa : [s.n.], 2024. - Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Artes da Universidade Lusíada.

I – CHAVES, Mário João Alves, 1965-

#### LCSH

1. Modelagem de informação da construção
2. Projeto de arquitetura
3. Arquitetura (Atividade) - Gestão
4. Universidade Lusíada. Faculdade de Arquitetura e Artes - Teses
5. Teses - Portugal - Lisboa

1. Building information modeling

2. Architectural design

3. Architectural practice - Management

4. Universidade Lusíada. Faculdade de Arquitetura e Artes - Dissertations

5. Dissertations, academic - Portugal - Lisbon

#### LCC

1. TH438.13.C37 2024



Dedico esta dissertação á minha filha,

Maria Clara Viegas de Carvalho.



## **AGRADECIMENTOS**

Fundamentalmente agradeço ao meu orientador Professor Mário Chaves, que após uma pausa enorme no meu processo letivo, teve confiança em mim para poder terminar os meus estudos. Agradeço todo o conhecimento partilhado e a ajuda que me deu a realizar esta etapa tão importante.

Agradeço ao Arquiteto Luis Carvalho, meu irmão, que sempre partilhou o seu conhecimento e orientação, e que juntos trabalhamos em projetos fantásticos onde começamos a implementar o conceito BIM.

À empresa Kling Consult GmbH, que me proporcionou um ambiente onde pude aprender e evoluir não apenas como pessoa, mas como profissional. Trabalhei como coordenador BIM em projetos fantásticos, com pessoas maravilhosas.

Finalmente quero agradecer aos meus pais e em especial a minha Esposa e á minha filha, que são uma inspiração e constante motivação.



## **APRESENTAÇÃO**

### **Arquitetura e a gestão do processo; da ideia à construção - BIM - Coordenação no desenvolvimento de um Projeto**

Rui Pedro castanheiro de Carvalho

Num sector onde cada vez mais é essencial uma boa coordenação e cooperação entre todas as partes envolvidas no desenvolvimento de um projeto, cabe ao Arquiteto assumir o ponto pivot que interliga todo este processo, assumindo a capacidade de liderança.

Na atualidade existem cada vez mais ferramentas que auxiliam todo o processo construtivo de um edifício, desde a sua criação à edificação, assim como a sua gestão e manutenção. Cabe a todas as partes integrantes deste processo, em especial a Arquitetura, tirar partido e usufruir destas ferramentas tecnológicas que demoraram anos a aprimorar e ainda se encontram em desenvolvimento.

Como objeto de investigação, pretende-se estudar todo este processo inerente à função do Arquiteto, nomeadamente a gestão e coordenação através do método de construção/projeção BIM.

**Palavras-chave:** Coordenação, BIM, Construção, Modelação, Arquitetura, Gestão.



## **PRESENTATION**

### **Architecture in the process management; from idea to construction – BIM- Coordination in the Project development**

Rui Pedro castanheiro de Carvalho

In a sector where good coordination and cooperation between all parties involved in the development of a project is increasingly essential, it is up to the Architect to assume the pivot point that interconnects this entire process, assuming the ability to lead.

Nowadays there are more and more tools that help the entire construction process of a building, from its creation to the building, as well as its management and maintenance. It is up to all the integral parts of this process, especially Architecture, to take advantage of and take advantage of these technological tools that took years to improve and are still under development.

As an object of research, it is intended to study this entire process inherent to the function of the Architect, namely the management and coordination through the BIM construction/design method.

**Keywords:** Coordination, BIM, Construction; Modeling, Architecture, Management





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Ilustração 1</b> - Simbiose entre o exterior e o interior.....	30
<b>Ilustração 2</b> – três tipos de erros .....	32
<b>Ilustração 3</b> – Ciclo de vida do Projecto .....	33
<b>Ilustração 4</b> – Arquitetura renascentista.....	34
<b>Ilustração 5</b> – Diferentes períodos da arquitetura renascentista.....	36
<b>Ilustração 6</b> – Arquitetura religiosa e Maneirista .....	37
<b>Ilustração 7</b> – O templo de Salomão .....	38
<b>Ilustração 8</b> – Plano esquemático do complexo administrativo em Motza.....	39
<b>Ilustração 9</b> - Os diferentes componentes do Templo de Salomão: o par de colunas na entrada, o Pátio, o Santuário Exterior, o Santo dos Santos e a câmara lateral. ....	40
<b>Ilustração 10</b> – Plano dos restos do templo Kisilevitz 2015 .....	41
<b>Ilustração 11</b> - Modelo de Fluxo para Discussão sobre Transformação Digital .....	44
<b>Ilustração 12</b> - Gestão de Projetos e Gestão BIM.....	50
<b>Ilustração 13</b> - Percentagem dos países que utilizam o modelo BIM com base nas regulamentações .....	54
<b>Ilustração 14</b> - Relação OIR, AIR, EIR, PIR, AIM e PIM (Fonte: ISO 19650-1) .....	55
<b>Ilustração 15</b> - Potencialidades do BIM nas fases de projeto .....	60
<b>Ilustração 16</b> - níveis de maturidade do BIM.....	63
<b>Ilustração 17</b> – Modelo BIM.....	65
<b>Ilustração 18</b> - campus da cidade da Northumbria University, com sede em Newcastle upon Tyne (REINO UNIDO). ....	73
<b>Ilustração 19</b> - - Modelo original e desenhos da Sydney Opera House .....	75
<b>Ilustração 20</b> - localização da Sydney Opera House .....	76
<b>Ilustração 21</b> - Análise Visual Potencial (Linning, 2014a) .....	78
<b>Ilustração 22</b> - A funcionalidade básica da interface BIM (Sydney Opera House, 2014b)Este relatório (CRC for Construction Innovation, 2007) menciona adicionalmente os seguintes KPIs: .....	78



## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1</b> - Classificação baseada em BIM de projetos específicos, Funções e responsabilidades de um gestor de projeto.....	52
<b>Tabela 2</b> - Vantagens e desvantagens do BIM .....	69



## **LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS**

- AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção
- AIA - American Institute of Architects
- AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado
- BAS - Building Automation Systems
- BEP - BIM Execution Plan
- BIM - Building Information Modeling
- CAD - Computer Aided Design
- CDE - Common Data Environment
- IFC - Industry Foundation Classes
- ISO - International Organization for Standardization
- LOB - Lines of Balance
- LOD - Level of Development
- MEP - Mechanical, Electrical, Plumbing (especialidades)
- SOH - Sydney Opera House



## SUMÁRIO

1. Introdução .....	23
2. Justificação da relevância e atualidade do tema escolhido .....	25
3. Gestão e Coordenação de um Projecto .....	27
3.1. Funções do Arquiteto .....	27
3.2. Coordenação de todas as partes envolvidas .....	29
3.3. Simbiose e “workflow” de um Projeto.....	29
3.4. Erros e colisões de Projeto .....	31
3.5. A prevalência do arquiteto na construção erudita.....	33
3.6. Os tratados de arquitetura - Roma, Renascimento, Maneirismo, Barroco, século XIX e século XX.....	34
3.7. Os templos de Salomão descrito no livro dos Reis.....	38
3.8. Os Neo pitagóricos e a escola de Charters .....	42
3.9. A força avassaladora da informática e da especialização a partir dos anos 90	43
3.10. A responsabilização face especialização.....	47
4. BIM (Building information Modeling) .....	49
4.1. Conceito .....	49
4.2. Normas e Regulamentação .....	53
4.2.1. Ao nível internacional.....	53
4.2.2. Regulamentos e normas do BIM Em Portugal.....	56
4.3. Implementação.....	57
4.4. Potencialidades.....	59
4.5. Níveis de desenvolvimento .....	62
4.6. Modelo BIM .....	64
4.7. Compatibilidades.....	66
4.8. Vantagens e Desvantagens do BIM.....	67
5. Estudos de caso de aplicação BIM .....	73
5.1. Estudo 1 - estudo de caso foi realizado no campus da cidade da Northumbria University, com sede em Newcastle upon Tyne (REINO UNIDO).....	73
5.2. Estudo de caso da implementação do Building Information Modeling (BIM) para interface de gestão de ativos no Sydney Opera House .....	74
6. Conclusão .....	81
Referências.....	83





## 1. INTRODUÇÃO

Um processo de gestão de processo que deriva a ideia conceptual e de compromisso com o cliente até à situação final de obtenção de licença de utilização e na sua continuidade para a gestão adulta, seja por necessidade de manutenção ou por otimização, pode-se encontrar no sistema BIM uma cadeia otimizada de continuidade para o reconhecimento do ADN da construção.

Neste sentido, o BIM pode ser considerado como um conceito holístico que inclui as tecnologias e processos próprios para gerir os dados dos projetos em formato digital em todos os ciclos de vida de um projeto, ou seja, trata-se de uma metodologia com o intuito de explorar digitalmente as características físicas e funcionais de projetos antes da execução da obra no local (Parn & Edwards, 2017).

É através deste contexto, com a presença de margens de lucro reduzidas, baixa no mercado e uma competição cada vez maior frente às altas exigências dos clientes que surgiram as ferramentas de gestão e planeamento que podem auxiliar muito os arquitetos a otimizar os seus processos. Trata-se da tecnologia BIM que surge como uma solução bastante eficiente, que compõe todos os envolvidos no projeto.

O presente trabalho tem como objetivo analisar todo este processo inerente à função do Arquiteto, nomeadamente a gestão e coordenação através do método de construção/projeção BIM.

Esta dissertação pretende analisar uma das funções inerentes à Arquitetura que é a coordenação e gestão de todo o processo em volta da realização de um projeto, desde o conceito/início até a realização da obra.

Apesar de o curso na Universidade Lusíada ser excepcional no que é a Arquitetura no seu sentido mais puro e belo da invenção da forma e do espaço, as exigências técnicas e de formalização, não ter sido estudado e desenvolvido o suficiente toda esta vertente inerente a função do Arquiteto, que é a coordenação de todo o processo e partes envolvidas no mesmo.

Pretende-se ainda mostrar que o método/conceito BIM é uma ferramenta que deveria ser fundamental de concatenação em todo este processo.

O método seguido para atingir os objetivos propostos consiste em estudar a função do Arquiteto, desde o projeto/conceito à construção do edifício, focando-se na coordenação entre o Arquiteto e todas as partes envolvidas no processo.

Depois desse estudo será aprofundado e analisado todo o conceito de modelação BIM, ferramenta esta que possibilita grandes vantagens no desenvolvimento de todo o Projeto, assim como a sua gestão e coordenação.

Este Tema não pertence apenas à realidade da construção do corpo da formação em Arquitetura, mas sustenta a capacidade de gestão, pelo que se pretende estudar todo o processo, percebendo em que consiste esta gestão, que pontos podem ser melhorados, quais os problemas inerentes e qual o meio mais eficaz para os ultrapassar, de modo à flexibilidade e coesão de todos o processo e intervenção dos diversos intervenientes.

O processo BIM, enquanto ferramenta de auxílio a toda a gestão e coordenação do projeto e construção, gestão e manutenção, pretende desenvolver esta nova realidade de legitimar toda a ação do arquiteto, enquanto elemento fulcral do processo; inscreve-se este premissa no Flexiexistencialismo, porque em algum momento, pode o Arquiteto sentir que não tem a possibilidade de conhecimento, solução e reflexão sobre os acontecimentos, numa atitude dialética de ação / reação perante a origem, gestação, conceção, construção, capacitação, de um programa de arquitetura seja qual seja o seu intuito. Atualmente, na vertente tecnológica da sociedade, a área de conceção / construção / utilização, encontra no BIM uma ferramenta poderosa de concatenação de vontades, necessidade e circunstâncias, conseguindo em diferentes graus e qualidade, a legitimação da disciplina de Arquitetura como fulcral; é então um processo Flexiexistencialista.

Em termos de metodologia esta dissertação irá incluir uma parte teórica e outra prática.

A pesquisa teórica tem como fundamento as pesquisas bibliográficas sobre o tema, e variados estudos realizados por toda extensão do globo. Serão pesquisadas formas com que a implantação de tecnologia, fundamentalmente a plataforma BIM, pode auxiliar no desenvolvimento das empresas e suas respectivas dificuldades de implantação.

A parte prática irá tratar alguns exemplos já existentes em estudos internacionais, em países da Europa que utilizam a ferramenta BIM.

## **2. JUSTIFICAÇÃO DA RELEVÂNCIA E ATUALIDADE DO TEMA ESCOLHIDO**

Na atualidade existem cada vez mais ferramentas que auxiliam todo o processo construtivo de um edifício, desde a sua criação à edificação, assim como a sua gestão e manutenção. Cabe a todas as partes integrantes deste processo, em especial a Arquitetura, tirar partido e usufruir destas ferramentas tecnológicas que demoraram anos a aprimorar e ainda se encontram em desenvolvimento.

O BIM é, na minha opinião, a melhor evolução e o culminar destas ferramentas tecnológicas, e a melhor ajuda em toda esta gestão e planeamento. É uma ferramenta em constante evolução, mas que já esta bem implantada e pode auxiliar a gestão e coordenação de um projeto.



### **3. GESTÃO E COORDENAÇÃO DE UM PROJECTO**

#### **3.1. FUNÇÕES DO ARQUITETO**

O início do século XX marcou a extinção dos elementos ornamentais e a necessidade de fornecer relevância aos novos materiais e técnicas, sendo que o interesse em destacar o facto construtivo foi o que marcou a formação do arquiteto neste período. Neste sentido, o arquiteto já não se sentia o artesão da sua obra

A arquitetura moderna ficou fortemente marcada pelas características de paredes lisas em betão aparente, linhas sóbrias, o uso do ferro, paredes e coberturas em vidro, representando assim uma arquitetura funcionalista, e racional em relação aos problemas da habitação

Durante gerações, os profissionais da arquitetura preparavam-se para resolver problemas complexos, tornando-se cada vez mais especializados. Os projetos de construção envolvem um número elevado de profissionais especializados e, para ser arquiteto o indivíduo deve ter acumulado uma formação especializada constituída de vários anos de educação avançada, bem como um bom período de prática durante a qual o treino é testado e a experiência é construída. Na realidade, Lau (2018) enfatizou a prática/experiência na sua definição de arquitetura e destacou que não é somente a experiência que é importante no arquiteto, mas também a experiência do utilizador.

O papel do arquiteto é analisar o estado atual e produzir propostas de design e dar conselhos para o futuro com base nas informações disponíveis hoje. Ser capaz de imaginar um novo design melhorado, o arquiteto necessita de saber as relações entre as estruturas e os elementos, declarados pelas leis da física e da lógica (Baldwin & Clark, 2000). Com a finalidade de entregar o melhor resultado o arquiteto colhe e avalia as informações de diferentes fontes, reorganiza e produz novas informações (Hulse et al. 2012).

Tendo em conta o papel da liderança do arquiteto em como as cidades são concebidas e projetadas, o arquiteto pode moldar diretamente os resultados de um processo de design para a melhoria da qualidade de vida geral de uma comunidade, sustentabilidade, equidade social, saúde e resiliência. Assim, ao assumir o seu papel central, a comunidade arquitetónica pode imaginar e resolver problemas de uma forma

holística, e atender às necessidades maiores de responsabilidade social coletiva (Smets et al., 2014).

A gestão da população de pessoas mais vulneráveis socialmente associa a política social alinhada com o planeamento urbano através do uso do projeto arquitetónico direcionado para diversas soluções. No campo da arquitetura, existem muitas diretrizes que prescrevem projetos e abordagens de gestão ao projetar para pessoas com necessidades especiais como os grupos de pessoas que não têm posses financeiras (Andrews et al., 2014).

Importa referir que foi precisamente nos anos 70 que a posição do arquiteto mais se alterou, sendo o seu papel na obra desativado, pois o custo de parte do seu honorário era muito elevado. O seu papel continuou a ser supervalorizado, até à segunda etapa do seu trabalho, ou seja, o projeto executivo. E, nesta época surgiram ainda outras figuras no mercado construtivo como os diretores ou gestores, os fiscais de obra e os engenheiros. E, atualmente, no século XXI, a situação é muito em consequência das mudanças que ocorreram nos anos 70, embora o arquiteto seja ainda muito valorizado, mas na posição de projetos e, após a conclusão do projeto executivo estar completo, este passa para as mãos dos executores da obra.

Não obstante o objetivo central dos arquitetos não é apenas a elaboração de projetos, mas trabalhar com as obras, embora no século XXI surge a integração do planeamento urbano com a arquitetura. O crescimento das cidades começa cada vez mais necessitar de planeamento e, o arquiteto é colocado à frente do planeamento e organização do espaço urbano.

Lima (2004, p.31) afirma que “o instrumento para realizar uma obra é um instrumento técnico. [...] Quando o arquiteto domina o suficiente para dialogar com os especialistas, tem um instrumento muito mais forte de realização para seu projeto”.

De acordo com Campos (2012) o arquiteto está ligado diretamente ao desenho, à funcionalidade e à estética dos edifícios, e o seu trabalho a meio termo entre o rigor construtivo da engenharia e os conceitos de beleza herdados das escolas tradicionais de belas-artes.

### **3.2. COORDENAÇÃO DE TODAS AS PARTES ENVOLVIDAS**

As conexões arquitetónicas são lugar onde as interações ocorrem e as partes envolvidas as suas unidades modulares. Qualquer esforço para identificar a coordenação condiz com a abstração de conexões arquitetónicas, além de que o projeto envolve a aplicação regular de princípios e procedimentos e, por esta razão passível de formas de suporte de ferramentas criativas.

Os projetos de design envolvem designers, arquitetos e engenheiros de várias organizações, alguns apoiam a coordenação necessária. A equipa projetista é responsável pela elaboração do projeto contratado pelo dono da obra, devidamente regulamentado por lei e previsto num procedimento contratual público. Esta equipa encontra-se composta por diversos autores de projeto e são orientados pelo coordenador do projeto.

Por outro lado, o projetista é responsável por apresentar várias soluções técnicas ao dono da obra ou ao seu representante, e o coordenador do projeto é a pessoa a quem compete garantir a adequada articulação da equipa projetista, assim como a compatibilidade entre os vários projetos necessários e o cumprimento de disposições legais ou regulamentáveis a cada especialidade (Costa & Corvacho, 2010).

### **3.3. SIMBIOSE E “WORKFLOW” DE UM PROJETO**

A simbiose como um modelo de intervenção define de forma clara o conceito de associação dos espaços verdes públicos urbanos, ou seja, os parques da cidade e a área envolvente cultural, monumentos históricos e a habitação temporária que tem como objetivo um novo tempo ou movimento em diferentes dimensões da existência (Irakoska et al., 2015). Assim, a simbiose do homem e da natureza, uma simbiose de pessoas e tecnologia, uma simbiose de comércio e cultura, uma simbiose de público e privado, uma simbiose de diferentes culturas, uma simbiose de trabalho e lazer, simbiose de indústria e sociedade, simbiose de cidade e ambiente rural, simbiose de parte e todo, etc. (Irakoska et al., 2015).

O mundo atual é um mundo de dualismo, homem-natureza, orgânico-não orgânico. A arquitetura simbiótica não é um compromisso simples, mera harmonia de elementos. A arquitetura simbiótica inicia-se com o homem como um ambiente inicial destacando as

suas necessidades básicas fisiológicas, espirituais, culturais e sociais. A habitação é vista como sendo dependendo do homem e transformável na sua essência (Sutton & Susan, 2011).

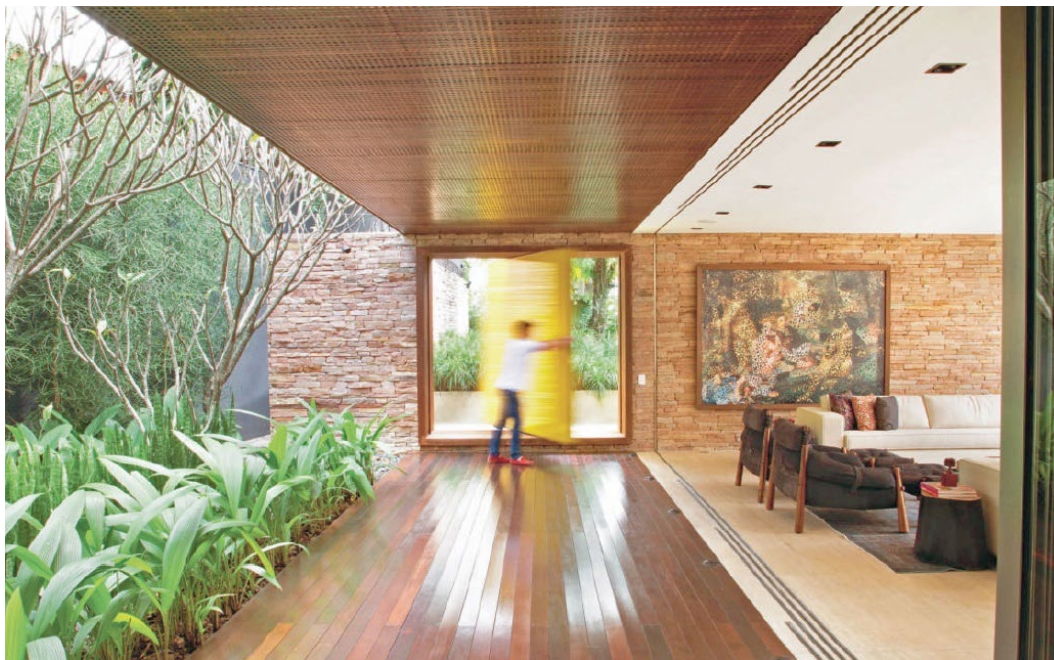


Ilustração 1 - Simbiose entre o exterior e o interior

Outro nível da simbiose, uma simbiose entre o homem e a natureza através da casa como elemento intermediário, representa a interdependência e coexistência no tempo e no espaço. O homem é um ser físico com as suas próprias necessidades, sendo estas variáveis ao contrário dos sentidos que são constantes. As necessidades são modificadas junto com as mudanças no ambiente, e a arquitetura simbiótica fornece as respostas a estas mudanças, a forma adaptável em relação à função e transformável de acordo com as necessidades dos utilizadores. A importância da arquitetura simbiótica pode ser encontrada na qualidade contínua da existência humana no ambiente onde foi colocado (Pfeiffer, 2011).

O objeto simbiótico existe isolado no espaço, mas existe igualmente a possibilidade de agrupar mais unidades. Os grupos simbióticos podem existir em diferentes espaços, pois são adaptáveis a todos os ambientes. Neste contexto, a membrana do objeto simbiótico é orgânica e composta de fluido entre as paredes dos poros. A parede é um campo energético material que protege um homem da influência externa. Definido assim, o espaço intermediário entre o homem e a natureza – a membrana dá dinâmica e dá vida à casa. A casa simbiótica é transformável, fluida e transparente (Cruz, 2012).



### 3.4. ERROS E COLISÕES DE PROJETO

Na implementação de um projeto de construção complexo e multiuso como um edifício alto, a falha em eliminar ou gerir adequadamente os fatores de risco na fase de preparação pode afetar fatalmente o sucesso (Moon et al. 2015, 2016). Todos estes fatores de risco, os erros do projeto são uma das principais causas de retrabalho, exigindo força de trabalho adicional e recursos materiais (Han et al., 2013).

No entanto, as empresas de design e construção não fazem esforços extras para contar o número de erros de projeto inadvertidos e não realizam a revisão do projeto adequada, a validação e inspeção. Além de que, dado o projeto e a engenharia dos edifícios, o projeto de construção envolve as partes interessadas de diferentes áreas de especialização como arquitetura; estrutura; e mecânica, elétrica e hidráulica (MEP) (Won et al. 2016; Moon et al. 2017), os erros de projeto geralmente permanecem não detetados na fase de projeto e são então identificados e corrigidos na fase de construção (Busby e Hughes 2004; Woon et al. 2016; Moon et al., 2016).

Os erros do projeto transferidos da fase de projeto afetam os processos de construção subsequentes e, particularmente é necessário corrigir estes erros causando perdas económicas (Han et al. 2013). É fundamental para a equipa de gestão quantificar os custos incorridos de erros do projeto para avaliar a extensão de perda na fase de pré-construção.

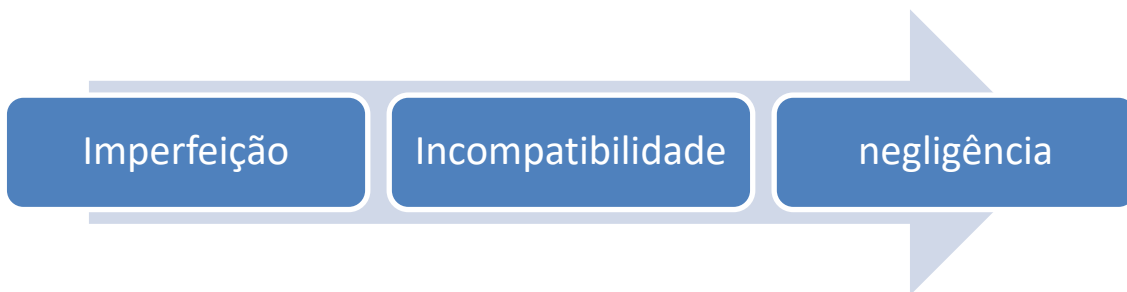
Alguns estudos relataram que o retrabalho causado por erros de projeto é responsável por um aumento de 5 a 20% no valor total do contrato (Barber et al. 2000; Love e Edwards 2004). Love et al. (2009) calculou os custos de retrabalho de 260 projetos de construção e determinou os custos médios de retrabalho direto e indireto em 5,67 e 5,43%, respetivamente, do valor total do contrato, representando 11,07% do valor total do contrato. Lopez e Love (2012) calcularam os custos de erro de projeto de 139 projetos investigados por meio de uma pesquisa por questionário e identificaram que os custos de erro de projeto representaram 6,85 e 7,36%, respetivamente, do valor total do contrato, totalizando 14,21%

À medida que os comportamentos, atitudes e políticas se alinham para priorizar a segurança sobre os objetivos concorrentes indica a força de uma cultura de segurança da organização e, neste sentido, uma forte cultura de segurança está associada a vários resultados relacionados à segurança, incluindo o desempenho de práticas de trabalho

seguras, eficácia do programa de segurança e redução de acidentes, quase acidentes, e outros acidentes de segurança (Tetzlaff et al., 2017).

A qualidade do planeamento e do projeto é um fator importante no sucesso de um projeto. O design também abrange todos os aspetos do processo de construção, incluindo a parte operacional e manutenção. O design associa as especificações para orientar o contratante no desenvolvimento dos meios e métodos de construção. E, neste contexto, os erros são desvios de valores verdadeiros, falta de precisão, variações de medição devido à falta de perfeição e ferramentas (Pham et al., 2017)

Existem três tipos de erros:



**Ilustração 2** – três tipos de erros

De acordo com Fuadie et al. (2017) a imperfeição é um desvio nos detalhes que não têm efeito sobre a construção e instalações. Apenas pequenas reparações são necessárias ou podem ser consideradas em condições aceitáveis. Não exige custo adicional e tempo, geralmente este erro não é registado, ou seja, pode ser uma nota sobre os desenhos construídos para conhecimento futuro.

Neste contexto, o erro do projeto simples pode ser interpretado como um desvio desde o planeamento e especificação. Os impactos que podem ocorrer devido à debilidade do projeto são instalações não utilizadas, contratos aditivos que excedem o orçamento original, o custo adicional de projetos para a conclusão e o atraso no tempo de execução do projeto. Os erros de projeto podem degradar o desempenho do projeto gerando retrabalhos, exigindo tempo adicional e despesas de recursos (Utomo et al., 2014).

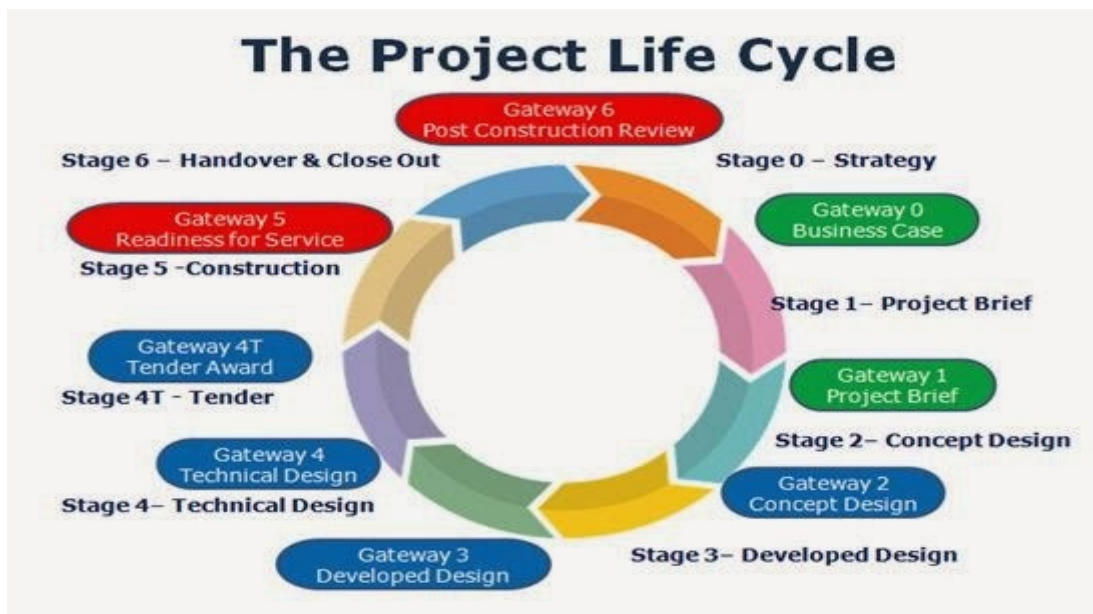


Ilustração 3 – Ciclo de vida do Projecto

Com base em estudos anteriores, existem alguns impactos resultantes de erros de projeto. Os designers que não têm um amplo conhecimento, podem produzir um projeto incorreto que produz um trabalho de má qualidade que leva o projeto a elevar o seu custo e tempo (Rahmawati et al., 2014).

Os erros de projeto ocorrem no fracasso do projeto e contribuem de forma significativa para o custo incremental e o prazo de projetos de infraestrutura social e conduzir a engenharia a falhar (Rahmawati et al., 2014). Os erros de projeto também se tornaram a raiz causal de muitos acidentes que resultaram em mortes e ferimentos por trabalhadores e membros da comunidade (Rahmawati et al., 2014).

### 3.5. A PREVALÊNCIA DO ARQUITETO NA CONSTRUÇÃO ERUDITA

A necessidade existente de referenciar a arquitetura no seu contexto físico e sociológico estavam em conformidade com diversos levantamentos da arquitetura popular ou vernacular ao nível internacional. Neste sentido, a arte erudita tem utilizado o imaginário popular como referência principal com base numa tradição longa de apropriação de imagens, formas e produtos e procedentes de culturas populares.

Os arquitetos apresentam o popular como natural e o erudito como intelectual por meio de aproximações à antropologia. Esta distinção baseia-se numa dupla reivindicação de

autoridade dos arquitetos para se pronunciarem sobre a cultura popular e produzir uma cultura erudita (Storey, 2003).

### **3.6. OS TRATADOS DE ARQUITETURA - ROMA, RENASCIMENTO, MANEIRISMO, BARROCO, SÉCULO XIX E SÉCULO XX**

A maior parte da atenção académica para o período do século XIX e XX, apresenta tendências que responderam ao aumento e diminuição dos imperativos de preservação, especialmente nos países como Itália, onde os monumentos estão localizados.

O Renascimento da Arquitectura Clássica que se iniciou na Itália no início do século XV propagou-se pela Europa e o seu Império oriental. Nesta altura, as condições geográficas e climáticas não foram uma grande influência para a propagação de ideias, pensamentos e filosofias renascentistas. O impacto social teve uma grande influência na disseminação destas ideias, e foi manifestado nas leituras de Dante e Petrarca, ambos auxiliaram na disseminação de novas descobertas na literatura que prepararam o terreno para uma revolta contra a arte e arquitetura medievais em favor da arte romana antiga e arquitetura.



Ilustração 4 – Arquitectura renascentista

A queda do Império Otomano ajudou a fugir os estudiosos gregos para Roma e os seus conhecimentos ajudaram a sociedade a preparar as pessoas para uma nova era, a Era do Renascimento. Neste contexto, entre os clássicos gregos e romanos na literatura foram o tratado de arquitetura clássica de Leon Batista Alberti e Paolo Vitruvius<sup>1</sup>.

Além de tudo, as ideias e conceitos renascentistas surgiram de diversas formas e feitios, na Inglaterra na forma doméstica, na Itália na forma de igrejas, catedrais e palácios e na França na forma de palácios e castelos. Os jesuítas, que lideraram o movimento chamado de movimento chamado Contrarreforma, carregou as Ideias renascentistas em todo o continente europeu<sup>2</sup>.

De salientar que, o carácter arquitetónico renascentista iniciou-se na Itália como um continuum da arquitetura romana clássica, como o “berço da arquitetura do início do Renascimento”, desde o período gótico, a arquitetura não teve uma vantagem na sua herança<sup>3</sup>. E, apesar da arquitetura renascentista ter ajudado a recuperar todas as ideias clássicas, permaneceu diferente, pela sua expressão externa que se caracterizou pela reintrodução de ordens clássicas romanas, que não foram utilizadas por quase um século<sup>4</sup>.

O precedente histórico romano foi seguido com novas associações de elementos clássicos que foram desenvolvidos progressivamente. O Renascimento como estilo arquitetónico não foi resultado de um método estrutural como o estilo arquitetónico gótico, abrindo o caminho para as várias escolas e seguidores nos períodos de forma<sup>5</sup>

Sendo que, o início da era renascentista que se iniciou em Florença foi caracterizado por um novo tipo de edifício, o Palácio, e que pode ser caracterizado por:

- (A) Superfícies rústicas e rugosas.
- (B) Maciez da forma arquitetónica
- (C) Quadras internas e arcadas circulares.

---

<sup>1</sup> Loureiro, J. C. (2012) J. Carlos Loureiro: arquitecto=architect, Casal de Cambra Caleidoscópio;

<sup>2</sup> Sterlin, H. (1984) Hadrien et l'Architecture romaine, Fribourg, Office du Livre;

<sup>3</sup> Cardozo, M. (1965) Citânia de Briteiros e Castro de Sabroso, 5ª edição, Guimarães, Soc. Martins Sarmiento;

<sup>4</sup> Tavares, Domingos, (2007a) António Rodrigues: renascimento em Portugal, 1ª edição, Porto, Dafne Editora;

<sup>5</sup> Tavares, Domingos, (2010) John Nash: arquitectura urbana, 1ª edição, Porto, Dafne Editora;

(D) Não utilização de pilastra como elemento decorativo na fachada.

(E) Sem ornamentos.

(F) Concentração nas principais características da estrutura.

(G) Arquitetura de simplicidade e ousadia.

(H) Arcadas externas.

Diferentes períodos da arquitetura renascentista:

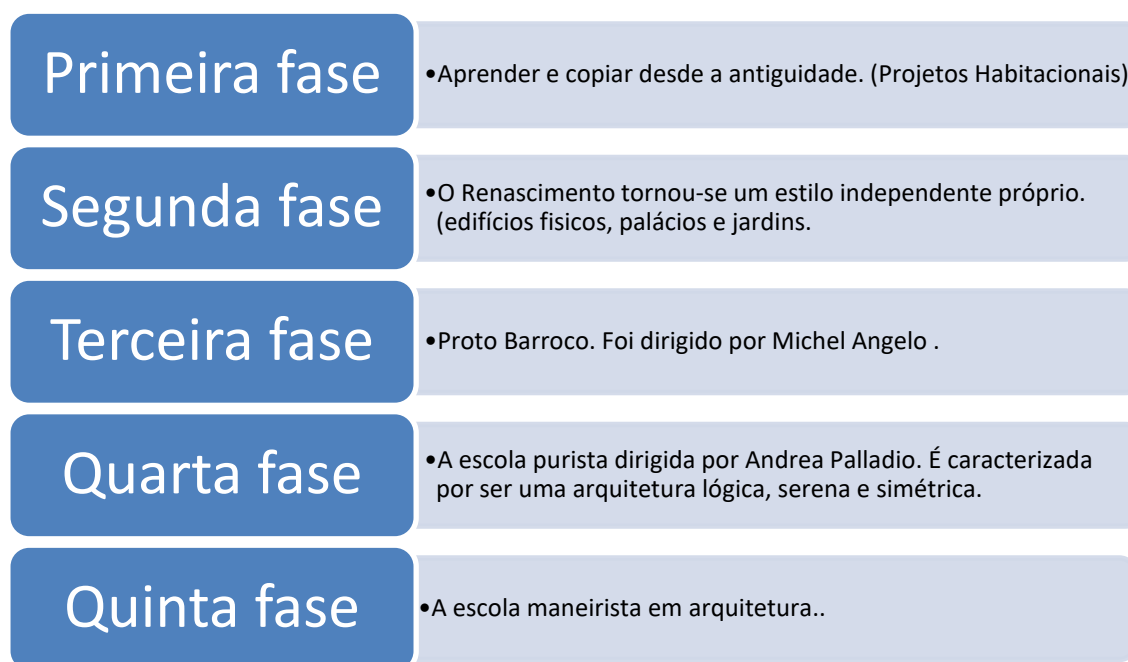


Ilustração 5 – Diferentes períodos da arquitetura renascentista

Nesta época, a verdadeira natureza do Renascimento como estilo arquitetónico emergiu devido a personagens regionais que se ampliaram por toda a Europa. Todas as eras renascentistas levaram a outra fase antiquária que associou todas as fases diferentes e estilos como um todo e que se pode designar de Arquitetura Neoclássica<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Gros, P. (1996) L'Architecture Romaine debut IIIe siècle av. J. C. à la fin du Haut Empire: maisons, palais, villas et tombeaux, Paris, Picard;



**Ilustração 6** – Arquitectura religiosa e Maneirista

O maneirismo foi o período da desilusão inevitável, da iconoclastia e da experiência mental que se seguiu à desintegração das crenças subjacentes à velha ordem. Enfim, o Barroco foi a nova ordem que chegou, um novo padrão estético que parecia sensível ao estado alterado da sociedade<sup>7</sup>.

O maneirismo usou o contraste espacial mais forte possível na sua rejeição do espaço estático associado à estética vitruviana do renascimento. Neste sentido, produziram espaços que seriam descritos como túnel curti. Apresentando o seu caso o mais fortemente possível, os maneiristas forçaram as pessoas a continuar a mover-se dentro de limites espaciais que foram rigidamente definidos. Os Designers barrocos aceitaram a ideia de movimento e começou a articular a experiência ao longo do caminho de viagem. através de uma consideração de vista e sequência. A ideia de movimento tinha se tornado um dos critérios de aceitabilidade pelo recém-formulado padrão estético barroco.

---

<sup>7</sup> Frampton, K. (2002) História crítica de la arquitectura moderna, 11ª ed., Barcelona, Gustavo Gilli;

A palavra italiana “maneira” significava “estilo pessoal” começou com um parecido com “gótico ou barroco”, e as obras do maneirismo foram por muito tempo como o estágio em que o Renascimento se degenerou. No entanto, o Maneirismo é agora considerado como um válido e necessário período de invenção e experimentação, do qual eventualmente surgiu o Barroco.

Na Itália do século XVI, a cultura clássica era vista com cada vez menos reverência., não que as conquistas gregas e romanas atraíssem menos atenção do que antes, mas que os artistas deixaram de encará-los com a maravilha quase infantil do passado. O mesmo vocabulário decorativo básico (colunas, maiúsculas, arquitraves, frontões, etc. no caso da arquitetura) foi mantido como no Renascimento, mas o espírito era diferente.

### 3.7. OS TEMPLOS DE SALOMÃO DESCRITO NO LIVRO DOS REIS

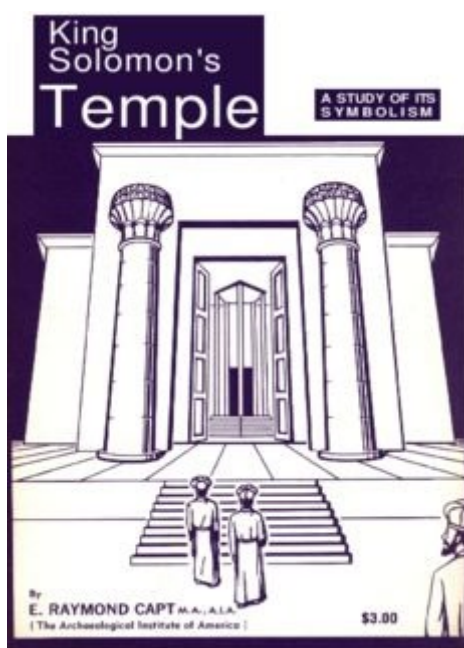


Ilustração 7 – O templo de Salomão

O projeto do Templo, o autor bíblico descreve o Templo de Salomão como uma estrutura do tipo sala longa um eixo simétrico a Leste-Oeste com entrada do Leste (I Reis 7:39; Ezeq. 40:6, 43:4), e um pilar independente de cada lado da entrada.

A erudição moderna abriu um conjunto de novas possibilidades para entender a análise iconográfica de vários elementos artísticos descobertos ao longo do antigo Oriente Próximo que esclareceu a forma de vários objetos de culto. Os autores que acreditam



que a tradição do templo reflete a realidade histórica têm feito grandes progressos na compreensão da descrição bíblica.

Por outro lado, o desenvolvimento de abordagens minimalistas no estudo bíblico tem influenciado o entendimento realista, os autores da escola minimalista têm argumentado que nenhum templo foi construído em Jerusalém no tempo de Salomão. Assim, de acordo com os estudiosos mais radicais, a descrição do templo é inteiramente imaginária. Neste sentido, foi efetuada uma tentativa de remover a base para o estudo legítimo do templo de uma perspectiva arquitetónica ou histórica e retirar a atenção aos níveis literário e ideológico ( Van Seters 1997; Smith 2006).

Em primeiro lugar, o modelo de construção do século 10 a.C., em Khirbet Qeiyafa em 2011 lança luz sobre alguns termos técnicos mencionados no texto bíblico e permite superar algumas das dificuldades (Garfinkel e Mumcuoglu 2013, 2016, 2018). Em segundo lugar, um templo datado do século IX a.C., foi descoberto no ano de 2012 em Motza, a 5 km a oeste de Jerusalém (Kisilevitz 2015). Estas novas descobertas demonstraram que a arquitetura descrita no texto bíblico, existiam na mesma época e região, e os novos dados confirmam a historicidade do texto bíblico, ainda que tenham sido reescritos e editados séculos depois

O templo Motza é uma descoberta importante que trouxe uma transformação completa na compreensão do culto antigo no Reino de Judá e que tinha muitas implicações para a compreensão da descrição bíblica do Templo de Salomão (Greenhut e De Groot 2009). Em 2012, um templo do século IX aC foi descoberto próximo aos silos (Kisilevitz 2015).

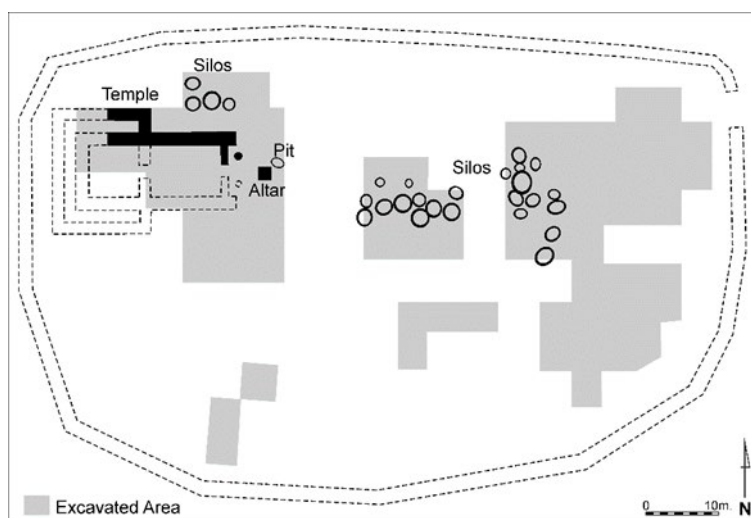


Ilustração 8 – Plano esquemático do complexo administrativo em Motza

Importa refletir que o desenvolvimento das abordagens minimalistas no estudo bíblico tem influenciado o entendimento realista. Os autores da escola minimalista têm argumentado que nenhum templo foi construído em Jerusalém no tempo de Salomão. Pois de acordo com os investigadores mais radicais a descrição do templo é imaginária.

O texto bíblico refere-se a três importantes aspetos da estrutura, a sua planta, a decoração interior e o pátio, sendo que ao nível do plano arquitetónico, a estrutura inclui cinco componentes distintos: o par de colunas na entrada (Jachin e Boaz), o Pátio (Ulam), o Outer Sanctum (Hechal), o Santo dos Santos (Devir), e a câmara lateral (yatsia sovev)

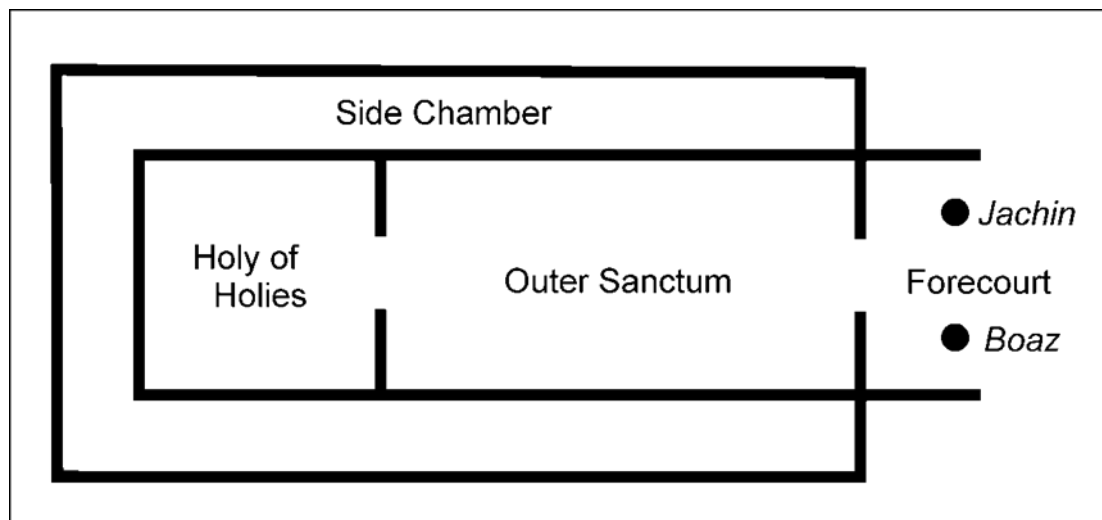


Ilustração 9 - Os diferentes componentes do Templo de Salomão: o par de colunas na entrada, o Pátio, o Santuário Exterior, o Santo dos Santos e a câmara lateral.

O primeiro autor moderno a trabalhar com o Templo de Salomão foi Bernhard Stade (1887), que se situou profundamente na linguística do texto bíblico e nas diferenças que surgem na Septuaginta, e produziu reconstruções gráficas do edifício e a sua representação da fachada que é utilizada até hoje em diversos estudos. A suas reconstruções adicionaram elementos arquitetónicos que não aparecem no texto bíblico, como os degraus na protuberância frontal e triangular.

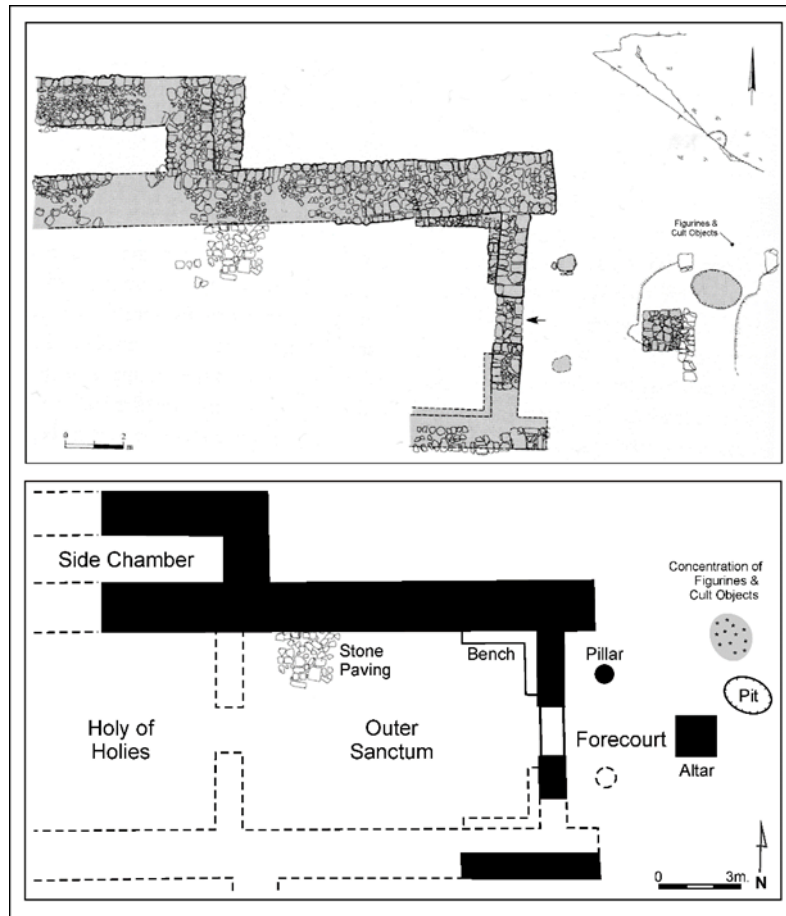


Ilustração 10 – Plano dos restos do templo Kisilevitz 2015

Os estudos atuais debatem a questão de saber se é possível que um templo tenha sido construído em Jerusalém no século 10 a.C., e as descobertas identificadas em Motza fornecem a resposta clara à questão por diversas razões, nomeadamente e ao nível cultural, o modelo de construção de Khirbet Qeiyafa atesta que a arquitetura é um conceito de construção patrocinada pelo Estado já existia no século 10 aC em Judá, e que incluía molduras embutidas em torno das portas e a disposição das vigas do telhado em grupos de três (triglifos)

Do ponto de vista literário, a descrição bíblica da planta do Templo de Salomão, que descreve as duas colunas na frente (Jachin e Boaz), Pátio, Outer Sanctum, Santo dos Santos, e a câmara lateral, conforma-se em todos os seus componentes aos templos de Motza e Ain Dara.

### 3.8. OS NEO PITAGÓRICOS E A ESCOLA DE CHARTERS

O pitagorismo ao longos dos séculos sempre foi um dos fenómenos mais evasivos e ambíguos da filosofia grega antiga<sup>8</sup>. De acordo com Musti se a origem do conceito de Megale Hellas não pode estar diretamente ligada a Pitágoras e os seus seguidores, podemos ter certeza de relacionar o desaparecimento do pitagorismo com a crise geral e o declínio da Magna Grécia<sup>9</sup>.

A última manifestação do pitagorismo é o neopitagorismo como a mais influente, não sendo considerada uma escola de pensamento unificada, mas sim como uma tendência que se ampliou durante muitos séculos. Acreditava-se que Pitágoras tenha recebido a sua filosofia como uma revelação divina, e tinha sido dada anteriormente a sábios do antigo Oriente Próximo, como os magos persas, os hebreus e os sacerdotes egípcios<sup>10</sup>.

Do mesmo modo, algumas vertentes da tradição neopitagórica deram destaque a Pitágoras como o mestre metafísico que originou os princípios da metafísica posterior de Platão<sup>11</sup>. E, outros neopitagóricos celebraram Pitágoras como o fundador da quadrivium de ciências matemáticas (aritmética, geometria, astronomia e música), enquanto outros ainda o retratam como um mágico ou como um especialista religioso e sábio, sobre o qual devemos modelar nossas vidas<sup>12</sup>.

O neopitagorismo iniciou-se já segunda metade do século IV a.C., entre os primeiros sucessores de Platão, e que floresceu do primeiro século aC até o final da antiguidade. O neopitagorismo tem conexões estreitas com o Médio e o neoplatonismo e desde a época de Jâmblico (séc. IV dC) é amplamente absorvido pelo neoplatonismo. Foi a versão neopitagórica do pitagorismo que dominou a Idade Média e o Renascimento<sup>13</sup>.

Outra especificidade do neopitagorismo deu destaque às práticas de Pitágoras em vez do seu sistema metafísico, e este Pitágoras é um especialista em práticas religiosas e mágicas ou um sábio que viveu a vida moral ideal, sobre a qual de seve modelar a vida. É esta vertente que está diretamente associada ao interesse notável e proeminência do

---

<sup>8</sup> Dillon e Hershbell, veja Iamblichus, *On the Pythagorean Life*

<sup>9</sup> Cornelli, G., 2013, *In Search of Pythagoreanism*, Berlin: Walter de Gruyter.

<sup>10</sup> Centrone, Bruno, 1990, *Pseudopythagorica Ethica*, Nápoles: Bibliopolis.

<sup>11</sup> Diodorus Siculus, 1933–1967, *Biblioteca de História*, CH Oldfather et al. (trad.), 12 volumes, Cambridge, Mass.: Harvard University Press.

<sup>12</sup> Cornelli, G., McKirahan, R. e Macris, C. (eds.), 2013, *On Pythagoreanism*, Berlin: Walter de Gruyter.

<sup>13</sup> Delatte, A., 1915, *Études sur la littérature pythagoricienne*, Paris: Champion.

pitagorismo na literatura romana durante o primeiro século a.C., e ao primeiro século dC. Cícero (106-43 aC)<sup>14</sup>.

Além das referências ao próprio Pitágoras, Cícero refere-se ao arquitas pitagórico cerca de onze vezes, em particular enfatizando seu alto caráter moral, como revelado em sua recusa em punir com raiva e sua suspeita de prazer corporal ( Rep . I 38. 59; Sen XII 39-41)<sup>15</sup>. A própria filosofia de Cícero não é muito influenciada pelos pitagóricos, exceto em O Sonho de Cipião (Rep . VI 9), que deve ainda mais a Platão<sup>16</sup>.

### **3.9. A FORÇA AVASSALADORA DA INFORMÁTICA E DA ESPECIALIZAÇÃO A PARTIR DOS ANOS 90**

Apesar de a transformação digital ser um ponto central de debates populares atualmente, as premissas de produtos e serviços digitais e redes sociais já eram compreendidas na década de 1990 e 2000 (Auriga, 2016). Como exemplo, no setor do comércio, a publicidade e as campanhas dos media de massa, eram consideradas importantes canais digitais para o alcance de clientes, embora as compras ainda fossem efetuadas de forma presencial, nas lojas físicas

Do ano de 2000 a 2015, assistiu-se a um aumento dos dispositivos inteligentes e as plataformas de redes sociais os quais conduziram a uma mudança significativa nos métodos que os clientes utilizavam para se comunicar com as empresas (BDI & Roland Berger, 2015). Do mesmo modo, as empresas começaram a observar que tinham a capacidade de se comunicar digitalmente com os seus clientes individualmente, e em tempo real (Mazzone (2014).

A estrutura da transformação digital inclui a rede de atores como os negócios e os clientes em todos os sistemas de cadeia de valor agregado (Bouée & Schaible, 2015, p. 6), e a aplicação de novas tecnologias. Neste sentido, a transformação digital exige competências que envolvem a extração e troca de dados, bem como análise e a conversão destes dados em ações (Mazzone, 2014, pág. 8).

---

<sup>14</sup> Celenza, CS, 1999, 'Pythagoras in the Renaissance: The Case of Marsilio Ficino', *Renaissance Quarterly* , 52: 667–71

<sup>15</sup> Cicero, 1923, *De Senectute, De Amicitia, De Divinatione* , WA Falconer (trad.), Cambridge, Mass.: Harvard University Press

<sup>16</sup> Burkert, W., 1960, 'Platon oder Pythagoras? Zum Ursprung des Wortes "Philosophia"', *Hermes* , 88: 159–77

Apesar da omnipresença e do impacto visível da transformação digital e os novos modelos de negócios digitais resultantes, a literatura académica tem dado alguma atenção a estes movimentos, e começou a abordar os tópicos de digitalização e transformação digital (Wu & Yang, 2011). Até atualmente, as mudanças digitais têm recebido mais atenção nas áreas de negócios específicas. Como exemplo, os investigadores de marketing centraram-se essencialmente nos efeitos da publicidade e media sociais, incluindo os desenvolvimentos de modelos de atribuição (Lamberton & Stephen, 2016; Kannan & Li, 2017).

Existem três principais fatores externos que impulsionam a necessidade de transformação. O primeiro, está presente desde o evento da World Wide Web e a sua adoção mundial, um número cada vez maior de tecnologias aumentou e fortaleceu o desenvolvimento do comércio eletrónico (Wardati & Mahendrawathi, 2019). Em segundo lugar, devido a estas novas tecnologias digitais, a concorrência tem mudado de forma drástica. As tecnologias revolucionaram o quadro da concorrência, transferindo as vendas para as empresas digitais recentemente criadas. E, em terceiro lugar, o comportamento do consumidor está a mudar como resposta à crise digital. Os números de mercado demonstram que os consumidores alteraram o seu comportamento e os pontos de contato digitais têm um papel fundamental nas vendas online offline (He et al., 2016). E, foi através destas novas ferramentas de procura que os consumidores tornaram-se mais conectados, informados e ativos (Lamberton & Stephen, 2016; Verhoef et al., 2017). A figura seguinte demonstra o Modelo de Fluxo para Discussão sobre Transformação Digital.



Ilustração 11 - Modelo de Fluxo para Discussão sobre Transformação Digital

Fonte: adaptado de Verhoef et al., 2022

Tendo em conta a natureza multidisciplinar e a ampla abrangência, a pesquisa de transformação digital tem sido estudada em diferentes campos. Uma troca interdisciplinar de conhecimento ajuda a compreender melhor os imperativos estratégicos da transformação digital, uma vez que envolve múltiplas áreas funcionais, incluindo os sistemas de marketing, inovações, gestão estratégica, notícias e de operações (Yang et al., 2015).

A digitalização descreve como a TI ou as tecnologias digitais podem ser utilizadas para alterar os processos de negócios existentes (Kent, 2013). Como exemplo, a criação de novos canais de comunicação online ou móvel que permitam a todos os clientes se conectarem facilmente com as empresas alterando a sua forma de interação (Peter et al., 2021). Na digitalização, a TI serve de base para o aproveitamento de novas possibilidades de processos de comunicação, distribuição ou gestão de relacionamento (Illia et al., 2017)

Para além dos recursos digitais necessários para alcançar a transformação digital, a questão central que deve ser considerada são as mudanças organizacionais necessárias para se adaptar à mudança digital, especialmente a estrutura organizacional flexível para a mudança digital. Alguns estudos anteriores argumentaram que a transformação digital tem implicações para a estrutura organizacional, privilegiando uma estrutura flexível constituída por unidades de negócio separadas, formas organizacionais ágeis e áreas funcionais digitais (Illia et al., 2017).

As áreas funcionais digitais são uma das características mais importantes da transformação digital, em associação com as funções analíticas. A própria função da TI necessita de transformar uma função de linha e centra-se em permitir a comunicação ou fluxos de dados num ambiente mais proativo, preparando o papel de apoio à criação de valor digital através de respostas exploratórias (Lamberton & Stephen, 2016).

A era digital com a sua evolução provocou alterações na forma de atuar dos atores que comunicam com o seu público (Gouveia, 2009). Estas novas tecnologias de comunicação são, geralmente, utilizadas com fim político, pelas campanhas eleitorais e por grupos de pressão. O marco principal, que determinou o ponto de viragem, na era da comunicação digital, foi a campanha americana para as presidenciais de 2008, que evidenciou a forma como os candidatos utilizaram as novas tecnologias. É de salientar que foram, igualmente, os cidadãos que acompanharam as eleições através da internet (Caetano et al., 2012).

O comércio eletrônico é a compra e venda de bens e produtos através da internet. Representa igualmente, uma revolução no mundo dos negócios, nomeadamente, nas transações realizadas entre parceiros de negócios (Ohidujjaman, et al 2013).

O principal benefício do ponto de vista dos clientes é a economia de tempo e facilitação no acesso de qualquer parte do globo. O cliente pode colocar um pedido de compra em qualquer lugar e momento.

A necessidade de adotar o comércio eletrônico para sobrevivência dos negócios nas organizações no ambiente competitivo e global tornou-se imperativo. A consciência dos fatores críticos de sucesso da implementação do comércio eletrônico tornaram-se igualmente essenciais para os negócios

Com um investimento mínimo de capital, as empresas podem localizar mais rapidamente os clientes, os melhores fornecedores e parceiros de negócios mais adequados no mundo (Sajuyigbe, 2012), e permite às empresas adquirir material e serviços de outras empresas, rapidamente com menor custo e elimina a distribuição de canais de marketing, tornando os produtos mais baratos e os lucros dos fornecedores mais altos (Molla e Licker, 2005),

Gilmore et al. (2007) identificam quatro principais fatores de comércio eletrônico, ambos interno e externo, em termos de relevância para a estratégia de marketing de exportação. “Os fatores internos de comércio eletrônico incluem a transferência on-line de produtos e ativos de comércio eletrônico e os drivers incluem infraestrutura de comércio eletrônico e demanda por comércio eletrônico”.

Sajuyigbe (2012) referiu que diversas organizações estão frequentemente num dilema sobre a necessidade de adoção de qualquer forma de inovação, e no comércio eletrônico veem algumas vantagens. Na mesma linha, Gbolagade et al (2013) afirmaram que a cultura de inovação, infraestrutura, finanças, conhecimentos e habilidades, compatibilidade e nível de segurança foram os fatores significativos na adoção do e-commerce.

A importância do comércio eletrônico para alcançar os objetivos declarados das organizações de negócios num ambiente competitivo global não pode ser superestimado. Um dos objetivos fundamentais para as empresas é desenvolver menos pelos quais possam ter um desempenho melhor do que os seus concorrentes (Troshani



& Rao, 2007). A análise da competitividade do comércio eletrónico deve ocorrer em quatro níveis diferentes, mas inter-relacionados: nível de empresa, nível da indústria, nível do país e nível global.

### **3.10. A RESPONSABILIZAÇÃO FACE ESPECIALIZAÇÃO**

Os problemas atuais do século XXI são cada vez mais complexos, pois envolvem uma incerteza constante e pontos de vista divergentes sobre o que define o problema e a sua solução (Head e Alford, 2013). Embora, esta complexidade também pode ser aplicada a ajustes político-administrativos para lidar com estes, bem como a governança associada (Christensen et al., 2020).

Neste sentido, o aumento da colaboração e da coordenação dentro do Estado e perante os atores e organizações é visto como as respostas para tais problemas, embora as questões de responsabilidade que se levantam sejam muitas vezes relegadas para segundo plano e não são abordadas de forma completa ou pensadas conscientemente. A maior parte dos estudos tem como base o modelo principal-agente, embora esta perspetiva de prestação de contas foi desafiadora e desenvolvida ainda mais nos últimos anos (Schillemans e Busuioc, 2014), sendo que este modelo refere-se ao relacionamento entre um principal que autoriza outra pessoa ou organização a agir em seu nome como um agente.

Ora, a literatura sobre a responsabilidade abordou ainda mais as situações de rotina e que foram estabelecidas, caracterizadas por negócios, objetivos claros, forte conhecimento de meio e fim, e atores superiores e subordinados predeterminados numa hierarquia. Neste sentido, a lógica de consequência e relações didáticas e monocentricas entre os líderes e subordinados estão em primeiro plano (Olsen, 2017).

De uma perspetiva transformadora a colaboração relaciona-se com a responsabilização e com a especialização implicam estruturas organizacionais formais, e especificidades culturais, tendo em conta que as instituições formais e informais e as relações de prestação de serviços coexistem, e podem ser complementares ou concorrentes, mas igualmente podem acomodar ou substituir-se uns aos outros (Helmke & Levitsk, 2004).

Pode igualmente existir diferentes formas de responsabilidade formal, coo a responsabilidade burocrática tradicional ou a gestão de desempenho (Askim, Christensen e Lægreid, 2015). Uma das premissas principais é que a colaboração e o

exercício da responsabilidade podem ser iniciados através de intervenções estruturais formais, como as regras e regulamentos formais, bem como através de mudanças culturais.

O estudo de Molenveld et al. (2019) identificou três imagens de coordenação que associou os elementos estruturais e culturais, sendo que a configuração do quadro central onde os participantes apoiam a colaboração desde o design e a partir de uma perspetiva estrutural, favorece um quadro introduzido pelo centro, mas com objetivos amplamente definidos, dando espaço para a autonomia local. E por outro lado, as redes refletem uma perspetiva cultural em que a colaboração é observada como uma evolução significativa.

## 4. BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

### 4.1. CONCEITO

A evolução tecnológica tem ocorrido em diferentes setores de atividade ao longo das últimas décadas, no entanto, no setor da arquitetura, engenharia e construção, as novas tecnologias nas fases de projeto, planeamento e construção não foram totalmente implementadas para integrar as medidas de segurança no processo (Pinto et al., 2018).

Em todo o mundo, as empresas mais competitivas e eficientes são bem-sucedidas no mercado da construção, portanto, é essencial atender aos requisitos de qualidade e segurança para além de ser produtivo e obter resultados eficientes para ter um crescimento sólido. Para todos estes propósitos a gestão eficiente da construção é um elemento crucial (Zhang et al., 2013).

As tecnologias atuais podem apoiar efetivamente a gestão de segurança, dando precisão a todo o processo. No setor da construção, arquitetura e engenharia, o *Building Information Modeling* (BIM) é considerado um dos desenvolvimentos mais promissores, com a previsão de uma transição completa da digitalização da indústria de construção (Parn & Edwards, 2017).

O BIM é uma metodologia de trabalho colaborativo que pode ser implementado em todos os ciclos de vida de um edifício, apoiando o projeto, fases de construção do projeto e a gestão de projetos através do uso dos modelos virtuais precisos e as dimensões do BIM, sendo possível integrar o projeto e a construção para contribuir para o maior desempenho funcional dos edifícios, reduzindo custos e prazos, resultados mais sustentáveis e edificações de maior qualidade, aumentando a segurança na obra (Sacks et al., 2018).

De salientar que, o impacto social, económico e financeiro de um projeto de construção destaca o foco na conclusão do prazo. A programação eficaz é vital para planear e controlar os vários processos e eventos orientados no tempo, em associação com as fases do projeto. Como resultado, o planeamento eficaz é um fator crucial de sucesso na gestão e a avaliação de desempenho do projeto (Getuli et al., 2020).

BIM é um conceito holístico que inclui as tecnologias e processos para gerir os dados dos projetos em formato digital ao longo dos ciclos de vida de um projeto (Getuli et al., 2020). É uma metodologia integrada para explorar digitalmente as características físicas e funcionais de projetos antes da execução da obra no local. Desta forma, o BIM contribui para a disponibilização de um projeto mais rápido e económico, minimizando o impacto ambiental, os riscos de segurança ocupacional e os riscos consequentes (Dashti et al., 2021).

As informações coordenadas e consistentes produzem projetos inovadores, a melhor visualização e simulação das condições de construção, a previsão de desempenho e custos, e a circulação de documentação mais precisa, bem como facilitar o planeamento, gestão e monitorização de recursos (Enshassi et al., 2016).

O modelo paramétrico utilizado no BIM agiliza a geração e a modificação do modelo, permitindo a deteção e avaliação de conflitos durante a fase de projeto para solucionar os problemas detetados a tempo, antes da fase de execução (Miao, 2022). A visualização BIM e a simulação da construção também auxilia no planeamento do local e recursos e no orçamento de fornecimento de materiais, permitindo assim que os utilizadores alcancem o melhor planeamento de construção apoiado por uma colaboração eficiente entre os participantes durante todo o ciclo de vida do projeto (Ganah & John, 2017).

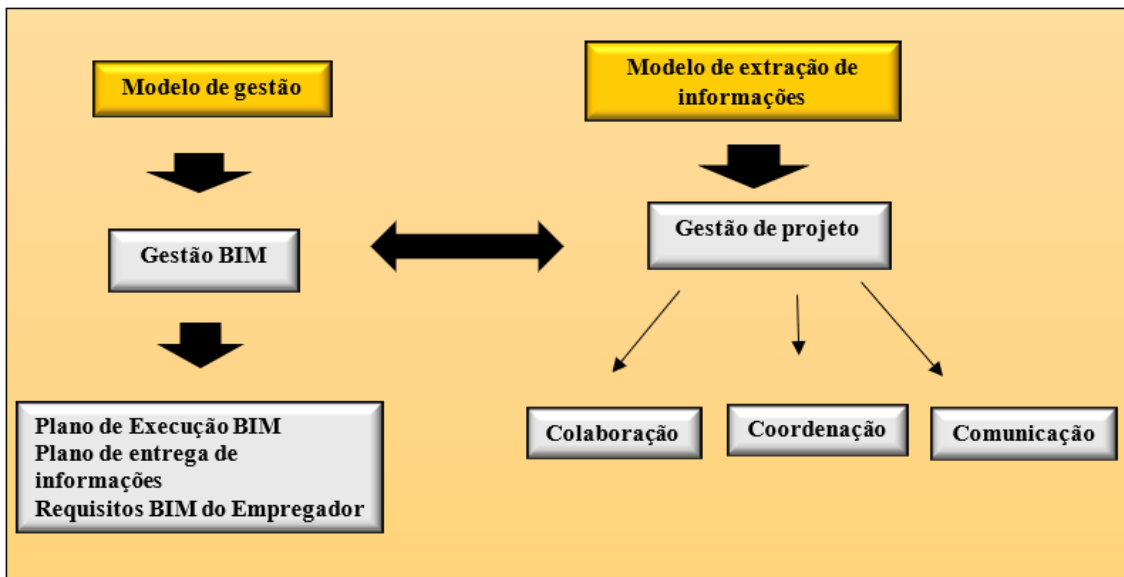


Ilustração 12 - Gestão de Projetos e Gestão BIM

Tem crescido o interesse em utilizar a metodologia BIM no setor da construção, arquitetura e engenharia, principalmente em relação à integração de medidas de segurança ao longo do ciclo de vida do edifício (Kim et al., 2016). Além de que, os avanços tecnológicos no BIM conduziram ao desenvolvimento de soluções de segurança proativas para planear e gerir as obras (Kim et al., 2016).

O BIM como plataforma de gestão colaborativa baseada em modelos #D BIM pode otimizar o plano de construção, produzir os procedimentos de gestão e melhorar a eficiência de medidas de gestão de construção. O BIM pode contribuir para um cronograma mais gerível no controlo de qualidade e segurança e melhorar o grau e a eficiência da informação de gestão (Miao, 2022).

Alguns estudos científicos demonstraram que a metodologia BIM pode ser aplicada com sucesso no planeamento de segurança e prevenção de acidentes e, conseqüentemente, para a gestão de segurança (Enshassi et al., 2016).

De acordo com Wetzel & Thabet (2015) as capacidades de monitorização de risco ocupacional utilizam diferentes tecnologias BIM como o Projeto BIM e algoritmos de regras, para a verificação de modelos de segurança automática, e cronogramas de construção; modelo semântico baseado na ontologia de conhecimento de gestão de segurança; análise de trabalho de construção baseada no modelo considerando os riscos relacionados ao processo, bem como o BIM 4D para a prevenção de riscos ocupacionais no projeto e fases de planeamento (Choi et al., 2014; Chen & Loi, 2014).

De salientar que, a prevenção através do design (PtD) foi identificada como uma poderosa ferramenta de prevenção de acidentes de trabalho na fase de projeto (Qi et al., 2014). Esta metodologia utiliza a análise virtual e a simulação disponível em todo os modelos BIM, possibilita a visualização e conseqüente antecipação dos riscos ocupacionais na construção e na fase de uso, permitindo que os utilizadores alterem as opções de projeto e ao mesmo tempo, introduzir ou vincular os procedimentos de segurança no modelo, realizando os objetivos de segurança com o BIM (Zhang et al., 2015).

A tabela 1 demonstra como a adoção do BIM influência significativamente os papéis e responsabilidades do gestor do projeto, bem como o status da adoção do BIM no patrocinador do projeto

**Tabela 1** - Classificação baseada em BIM de projetos específicos, Funções e responsabilidades de um gestor de projeto

<b>Funções</b>	<b>Dirigido pelo BIM</b>	<b>Drives do BIM</b>
Identificar as necessidades e o desenvolvimento do briefing do cliente		✓
Liderar e gerir as equipas de projeto		✓
Identificar e gerir os riscos do projeto		✓
Estabelecer uma comunicação e protocolos de gestão	✓	✓
Gerir a viabilidade e as etapas da estratégia	✓	✓
Estabelecer o projeto de orçamento e programa do projeto	✓	✓
Coordenação jurídica e outros consentimentos regulatórios		✓
Assessoria na seleção/nomeação da equipa do projeto		✓
Gerir a integração e o fluxo de informações de projeto	✓	✓

O BIM é considerado por muitos autores como um desenvolvimento que tem incentivado o ambiente construído do setor em todo o mundo e repensar como poderemos realizar os processos centrados em projetos (Succar, Sher e Williams, 2012; Sawney, 2014). Fundamentalmente, é uma forma de trabalhar com a tecnologia. O BIM quando associado às dimensões das pessoas, processos e organizações tem o potencial de influenciar de forma significativa a indústria. Como mecanismo, facilita a criação, armazenamento e partilha de informações do projeto por uma equipa especializada de forma mais superior à atual dos métodos estáticos e predominantemente baseados em papel, de geração, partilha e uso de informação (Kreider e Messner, 2013).

## 4.2. NORMAS E REGULAMENTAÇÃO

### 4.2.1. AO NÍVEL INTERNACIONAL

A maior parte dos documentos oficiais, protocolos e guias diferem amplamente entre si na sua finalidade, abordagem de padronização, objetivos, requisitos de tecnologia e especificações, definições do processo de projeto e construção e o nível de informação e especificação de detalhes (Alhava et al., 2015). As principais diferenças surgem das variações no contexto de negócios, objetivos de vários tipos de organizações, tornando assim mais difícil para as organizações governamentais e públicas iniciarem o planeamento da sua estratégia de adoção de BIM, para aproveitar este conjunto de conhecimentos, compilando uma política que seja compatível com o seu contexto e necessidades específicas (Belsky et al., 2015).

A Diretiva da ISO/TC 59/SC 13 "Organização de informações sobre obras de construção", do Subcomité da Organização Internacional de Normalização (ISO) em todo o mundo e o CEN/TC 442 "*Building Information Modeling*", um comitê técnico de Comité Europeu de Normalização (CEN) a nível europeu, desenvolveram e mantiveram padrões no domínio BIM. O relacionamento com diversas instituições assegura a completude e a abrangência do processo, bem como a suavidade da aceitação das normas adotadas.

Na Europa, o setor público pode desempenhar um papel mais relevante no contexto de projetos de renovação de edifícios, que tornam o aspeto financeiro do contrato como um elemento-chave do método de entrega do projeto. Neste contexto, outras estratégias como Design-Build-Manutenção (DBM), Design-Build-Manutenção-Operação (DBMO), Design-Build-Finance-Maintain Operate (DBFMO), Build-Operate-Transfer (BOT), iniciativa de finanças privadas (PFI) ou parceria público-privada (PPP).

No ano de 2014, o Parlamento Europeu aprovou a Diretiva 2014/24/UE que regulamenta a contratação pública na Europa para promover a compatibilidade no mercado interno e garantir que as autoridades públicas adquiram a mais alta qualidade ao melhor preço, respeitando os princípios de um tratamento transparente e igualitário. Esta diretiva estabelece igualmente a necessidade de utilização de software em processos como a contratação de obras, serviços e aditamentos<sup>17</sup>. E, como parte do esforço da

---

<sup>17</sup> 5 [https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement\\_en](https://ec.europa.eu/growth/single-market/public-procurement_en)

digitalização, o uso do BIM também é mencionado nesta Diretiva, sendo que o parágrafo do artigo 22º refere que o Modelo de Informações da Construção pode ser necessária para os contratos e projetos de obras públicas a concursos, embora as autoridades devem disponibilizar os meios para o conseguir e devem garantir a interoperabilidade das ferramentas para manter um processo justo e não discriminatório.

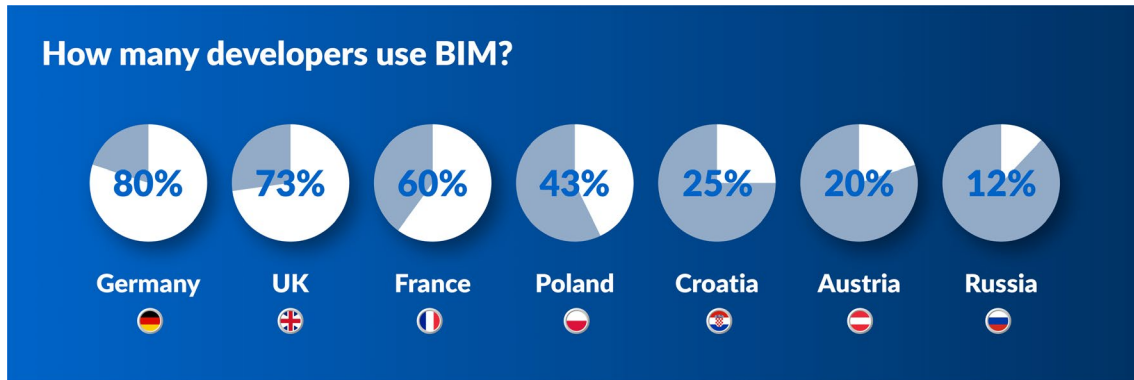


Ilustração 13 - Percentagem dos países que utilizam o modelo BIM com base nas regulamentações

Os padrões e os códigos da indústria em toda a UE relacionados com o BIM facilitam o seu uso e garantem a compreensão uniforme das leis e regulamentos. Assim, a norma mais conhecida é a EN ISO 19650 “Organização e digitalização de informações sobre edifícios e obras de engenharia civil, incluindo informações sobre edifícios Modelagem (BIM) — Gestão da informação usando modelagem da informação da construção”. Esta Diretiva descreve um conjunto de normas do BIM e considera todo o ciclo de vida de um ativo. Em relação à renovação, existem também várias normas, por exemplo EN ISO 7518 ou ISO 20887, mas até agora não há nenhuma norma específica que aborda a renovação baseada em BIM

Em qualquer projeto BIM, existe a necessidade de definição de requisitos de informação para a definição de metas, responsabilidades, riscos, aviso prévio, bem como diferentes tipos de requisitos de informação que atendem a diferentes propósitos. Neste sentido, a ISO 19650-1 definiu o seguinte<sup>18</sup>:

- Requisitos de Informação Organizacional (OIR): define os objetivos e necessidades da organização

<sup>18</sup> International Standard Organisation (2018): ISO 19650-1 Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles



- Requisitos de Informação do Projeto (PIR): define todos os ativos necessários, sua gestão e manutenção
- Requisitos de informações de ativos (AIR): define as informações de ativos a serem entregues para cada projeto
- Requisitos de Informações de Troca (EIR): define as informações que devem ser entregues durante as trocas de informações

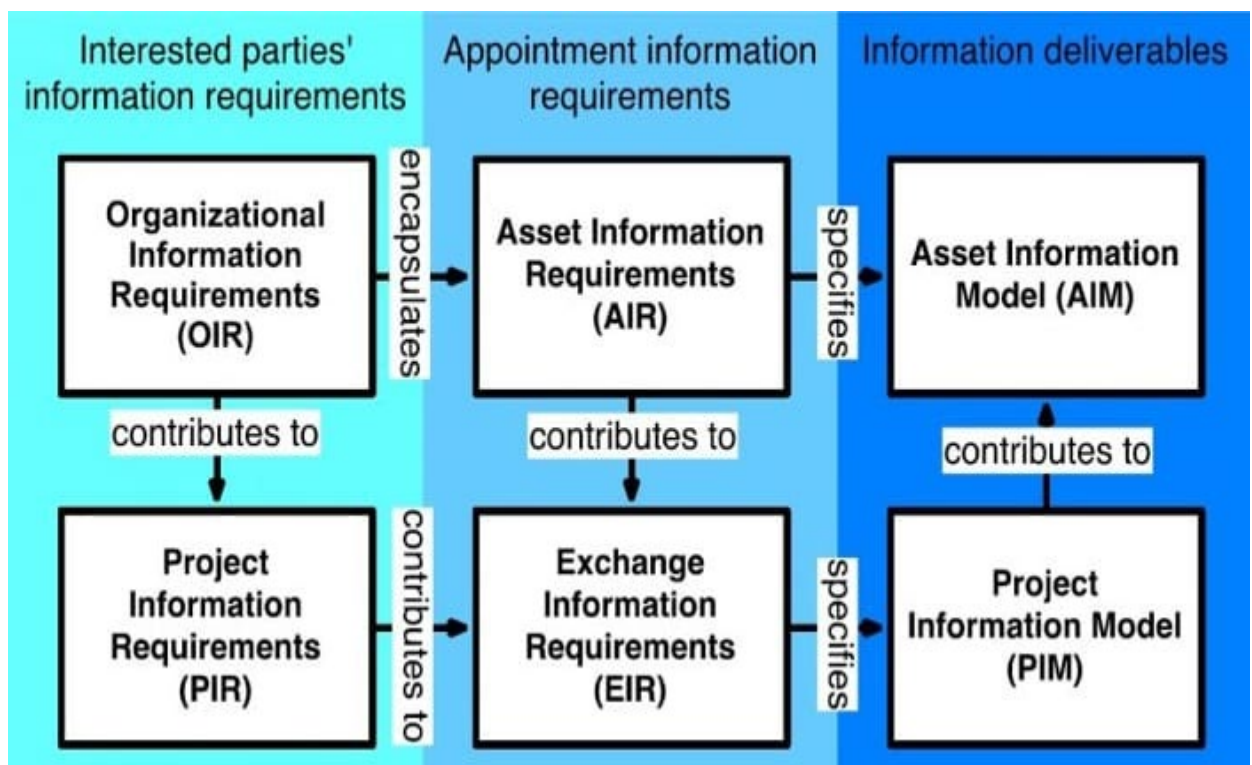


Ilustração 14 - Relação OIR, AIR, EIR, PIR, AIM e PIM (Fonte: ISO 19650-1)

O OIR, o PIR e o AIR contribuem para o EIR, que é um documento essencial para uma contratação bem-sucedida. Embora a ISO tenha introduzido o EIR como Exchange Information Requirements, também é referido como Employer's Requirements, Requisitos de informação na prática. Ambos os termos têm significados idênticos. Além do EIR, o BIM<sup>19</sup>

<sup>19</sup> European Parliament (2016): Boosting Building Renovation: What potential and value for Europe?, Report: Directorate General for Internal Policies – Policy Department A: Economic And Scientific Policy, Brussels, October 2016.

#### 4.2.2. REGULAMENTOS E NORMAS DO BIM EM PORTUGAL

Em Portugal existe um programa em que os intervenientes, desde a conceção e construção são fiéis aos métodos tradicionais e, por outro lado, não possuem os conhecimentos necessários para assumir os riscos implementados pelo BIM.

Existem vários exemplos internacionais com este tipo de adendos que inspiraram o desenvolvimento desta proposta de Adendo BIM Português, por exemplo, o American Institute of Architects (AIA) E203 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit ou Consensus DOCS 301 Adendo BIM<sup>20</sup>.

No que respeita aos documentos necessários para estarem incluídos no processo de concurso os requisitos de informação e o modelo para avaliar os candidatos e propostas BIM são imprescindíveis. Na fase de adjudicação deve ser adicionado ao contrato um aditamento que compromete as partes envolvidas no projeto com as questões relativas ao conceito BIM (Batista, 2015).

Não obstante as iniciativas como o grupo de trabalho BIM da Plataforma Portuguesa Tecnológica da Construção e o BIMfórum representam um contributo fundamental para as dinâmicas de normalização ao nível nacional, pois geram uma visão integrada em consonância com a estratégia bottom-up e irá permitir atingir um mais rápido consenso. Do mesmo modo, a Comissão BIM da Associação Portuguesa dos Mercados Públicos também contribuem de forma ativa, em relação à participação de uma rede BIM europeia de entidades públicas e ao trabalho de integração do BIM nos processos de contratação pública (Costa, 2014).

Os três principais projetos que reuniram esforços para a tentativa de uma implementação de processos BIM na indústria da construção são os seguintes:

- BIMFórum Portugal;
- Projeto SIGABIM;
- Plataforma Tecnológica de Construção e Grupo de Trabalho BIM.

---

<sup>20</sup> AIA, The American Institute of Architects (2008). Building Information Modeling Protocol Exhibit. AIA, The American Institute of Architects (2013). Building Information Modeling and Digital Data Exhibit.

Importa ainda referir que o Instituto Português da Qualidade representa-se no grupo de trabalho da Comissão de Normalização Europeia para o desenvolvimento da norma BIM europeia e, garante a ligação dos esforços nacionais e europeus, e algumas iniciativas que estão ainda atualmente a serem dinamizadas para gerar o conhecimento necessário para o desenvolvimento de um documento nacional (Grilo & Jardim-Gonçalves, 2010).

### **4.3. IMPLEMENTAÇÃO**

O BIM permite a partilha e a exportação de informações e os dados disponíveis do modelo de arquitetura necessárias para criar o modelo digital, que permite a simulação do desempenho de energia (Bonomolo et al., 2021). A principal questão neste processo é uma interação bidirecional entre os dois modelos e transmissão de dados, por esta razão, o BIM para a simulação de energia é utilizado principalmente para um projeto inicial (Gómez et al., 2020).

A utilização do BIM na etapa de operação e manutenção da construção e os recursos existentes é baseada no processo “scan-to-BIM” (survey, modelagem 3D e implementação BIM) (Bruno & Roncella, 2019). O uso da tecnologia de varredura a laser para medir os objetos permite obter uma nuvem de pontos e gerar documentação digital, que por sua vez permite a criação de um modelo BIM da instalação digitalizada (Sztubecki et al., 2018).

Esta abordagem é igualmente bem-sucedida na utilização de edifícios históricos onde há necessidade de preparar a documentação do projeto, ou onde seja necessário criar um modelo BIM, como parte da reforma do edifício. Está relacionada com o património BIM (HBIM) que é considerado uma fonte promissora de informação para o planeamento de conservação de monumentos (Tommasi et al., 2016). Neste sentido, incentivar a adoção do BIM na restauração de edifícios é relevante para realizar uma intervenção integrada, com vista a maximizar o desempenho estrutural e energético, atribuindo um orçamento económico prescrito (Tommasi et al., 2016).

As possibilidades disponibilizadas pela tecnologia BIM fizeram com que muitos países implementassem rapidamente modelos espaciais em todo o processo de construção. Foi dada atenção ao problema da cooperação entre os engenheiros estruturais no desenvolvimento de modelos BIM, e determinou-se que apesar da existência de plataformas de colaboração, especialmente na fase de projeção de edifícios, estes

trabalham de forma independente e somente mais tarde realizam um trabalho intensivo em combinação

Neste sentido, o BIM é um processo que pode melhorar a gestão da construção devido à sua natureza integrada. É utilizado no desenvolvimento de um processo de colaboração que inclui o projeto, construção, operação e manutenção de edifícios. O BIM é criado nos estágios iniciais do projeto, seguindo sempre por uma atualização constante (Abubakir et al., 2014).

Existem vários benefícios que podem ser derivados do uso do BIM. Estes incluem uma melhor coordenação, sincronização e sequência de projetos e permitir que todos os participantes do projeto possam aceder e interrogar as informações do projeto. A um nível mais avançado, o BIM permite a deteção de um melhor confronto (Chen & Baddeley, 2015). No entanto, outros benefícios incluem a capacidade de visualizar o que será construído numa simulação do ambiente, maior confiabilidade das condições de campo esperadas, permitindo a oportunidade de fazer mais pela pré-fabricação de materiais fora do local (Rajedran & Clarke, 2011).

Para que o BIM seja efetivamente utilizado como ferramenta de gestão de construção, existe a necessidade de mudanças da mentalidade já existente. As abordagens inovadoras para a construção da gestão devem ser desenvolvidas. Neste sentido, o BIM envolve uma abordagem colaborativa para a construção que associa várias disciplinas de modo a construir uma estrutura de forma visual e virtual (Dim et al., 2015). Para tal, é necessária uma equipa colaborativa eficiente de profissionais que envolve um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes relevantes para o trabalho (Dim et al., 2015).

Apesar do advento do BIM, muitas empresas continuam a utilizar o trabalho de procedimentos estabelecidos para a gestão da construção. Da mesma forma, o conceito integrado BIM aumenta os riscos e responsabilidade para as diferentes partes envolvidas (Azhar et al., 2012). Este aspeto cria problemas quando os fornecedores e outros consultores fazem contribuições ao BIM. Os sistemas BIM criam grandes arquivos, gerem e transferem-nos, embora geralmente seja difícil fazê-lo devido a problemas na internet, instalações e fornecimento de energia nalguns países menos desenvolvidos como é o caso de África (Ihuoma et al., 2017).

A principal barreira é a falta de profissionais qualificados na indústria da construção. A maior parte dos arquitetos estão cientes das novas tecnologias, especialmente as capacidades do software. E, outra barreira do BIM é o medo da mudança, isto porque o uso de BIM significa uma mudança de mentalidades no design e construção (Dim et al., 2015).

Os desafios que a prática profissional enfrenta atualmente têm sido identificados por muitos autores como complexos, devido às múltiplas camadas que os sintetizam (Burry, 2012). Existe cada vez mais uma pressão crescente para descobrir soluções criativas que transcendem o design do próprio ambiente construído e, todas estas circunstâncias juntas conduzem a um aumento significativo da complexidade de projetos para o arquiteto (Dorst, 2008).

#### **4.4. POTENCIALIDADES**

O setor da Arquitetura, Construção e Operações enfrenta de forma constante projetos cada vez mais complexos e competitivos. Para o efeito, a implementação e a divulgação de BIM nas últimas décadas contribuiu para procurar um maior desempenho e precisão nos seus processos através da digitalização (Antwi-Afari et al. 2018, Li et al. 2017, Succar 2009). O BIM suporta a criação, a gestão, armazenamento e troca de informações, e tem a capacidade de aplicar o ciclo de vida de um edifício, no entanto, a sua taxa de aceitação tem sido mais lenta do que esperado, pois os utilizadores nem sempre possuem o conhecimento necessário para aproveitar o seu potencial de comunicação (entre equipas de projeto), exportação e visualização do projeto, entre outros (Sanhudo et al. 2018).

De salientar que, a situação atribuída à complexidade de um projeto de construção, ocorre da ineficiência operacional, nível de incerteza, baixa produtividade, ausência de reutilização e gestão de informações e trabalho colaborativo deficiente (Samimpay & Saghatforoush, 2020; Saka et al., 2020). A este aspeto, de-Matos e Miranda (2018) sugeriram que a aplicação de tecnologias e processos inovadores nas atividades relacionadas com a construção como a execução, projeção, supervisão, são essenciais para a melhoria do uso de recursos e garantir o melhor desempenho dos projetos.

O modelo BIM destacou-se como um método inovador que ajuda o trabalho colaborativo eficaz entre as equipas de projeto, e tem o efeito de redução de custos, melhoria do cronograma, melhor qualidade de entrega e desempenho de segurança (Azhar, 2011).

Na indústria de construção, o BIM é ainda um processo lento. Embora o governo de alguns países desenvolvidos tenha implementado esforços significativos na área de incentivos BIM (Saka et al., 2019). A adoção do BIM tem grandes potencialidades que incluem o design de projeto, planeamento, construção, operação e manutenção, sendo que os seus benefícios foram categorizados por Latiffi et al. (2013) associados ao orçamento, aspetos de design, comunicação e documentação.

O estudo de Ibrahim et al. (2019) identificou que na fase de projeto, os benefícios mais importantes do BIM são os conceitos tornam-se mais claros e mais fáceis, as visualizações mais precoces e mais precisas para o proprietário, apoiam a tomada de decisão sobre os projetos, melhoram a qualidade do projeto, melhoram a coordenação dos serviços de projeto e instalação, melhoram a eficácia do projeto, economizam tempo e custo de projeto, melhoram o processo de planeamento, aumentam a precisão da documentação existente, reduzem os riscos e aumentam a atenção à seleção dos componentes da construção nos estágios iniciais. A figura seguinte demonstra as potencialidades do BIM nas várias fases de implementação.

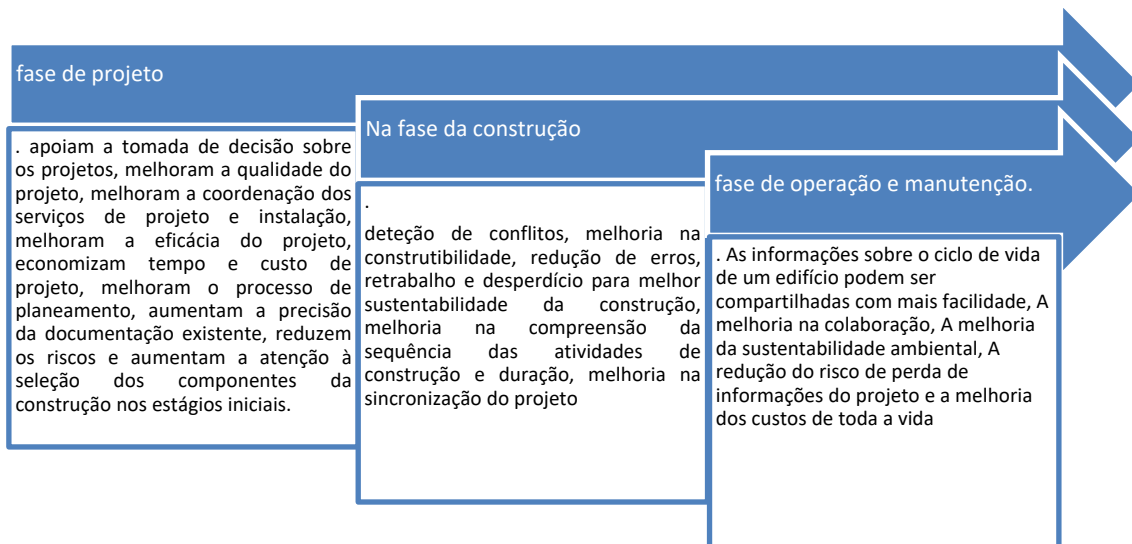


Ilustração 15 - Potencialidades do BIM nas fases de projeto

Do mesmo modo, Ullah et al. (2019) agruparam as potencialidades do BIM em três fases, a pré-construção, construção e pós-construção, sendo que na fase de pré-construção o BIM permite uma previsão de custos mais precisa e rápida e conduz a um projeto sustentável, melhora a eficiência energética, melhor conceito e viabilidade e resolve os problemas de conflito em projetos através da visualização de um modelo (Latiffi et al., 2016). Na fase de construção, ajuda a melhorar o planeamento e a sequência de recursos, permite a gestão eficaz da aquisição e armazenamento de recursos do projeto, auxilia na fabricação de componentes de construção fora do local

Na fase de pós-construção, o BIM potencia o agendamento mais fácil de trabalhos de manutenção melhor acesso à informação durante a manutenção, a gestão dos ativos é aprimorada com informações mais rápidas e precisas, e melhora a tomada de decisão na operação e manutenção de uma instalação. O BIM tem a capacidade de aumentar a qualidade, eficiência e produtividade dos projetos de construção, ou seja, baseia-se na sua capacidade de reduzir erros, desencontros, fornecer as informações precisas e atualizadas e melhorar a ilustração e a acessibilidade da construção (Kjartansdottir et al., 2017; Husain et al., 2014; Enshassi et al., 2018).

A questão da atividade de monitorização periódica de edifícios e infraestruturas é outro desafio do método BIM, ou seja, a implementação do BIM pode ser benéfica para efetuar escolhas corretas de técnicas de monitorização para facilitar o seu uso, eficiência e capacidade de deteção de danos ou deteriorações (Potrik et al., 2020).

No estudo de Mistretta et al. (2019) foi apontado um link automatizado entre o LCA (live cycle assessment) e o BIM que pode ser alcançado, permitindo a racionalização das aplicações da metodologia LCA na prática do projeto e assim as melhorias no desempenho ambiental de edifícios. Recentemente, é clara a elevada importância e impacto da tecnologia BIM no desempenho energético de um edifício (Farzaneh et al., 2019). A este aspeto, os estudos sobre a aplicação do BIM na análise da energia e na proposição de soluções para a interoperabilidade entre a construção de informações, ferramentas de modelagem e simulação de energia (Ramaji & Memari, 2019).

O uso do BIM na etapa de operação e manutenção da construção existente de recursos baseia-se no processo designado por “scan-to-BIM” (survey, implementação do modelo 3D e BIM) (Bruno et al., 2019). Esta abordagem também é bem-sucedida no uso em edifícios históricos onde há necessidade de preparar a documentação do projeto em

falta, ou onde seja necessário criar um modelo BIM como parte da reforma do edifício (Tommasi et al., 2016).

Cada uma das capacidades potenciais do BIM na arquitetura pode precisar de prontidão comparável nas suas três dimensões. As áreas em que as capacidades do BIM na arquitetura são mais relevantes podem ser categorizadas em design, representação, documentação e gestão das informações, inteligência, análise, ferramenta de simulação e colaboração e integração. Cada uma destas áreas pode ser aplicada durante as diferentes fases de um projeto arquitetónico típico (Samuels, 2018).

O design e o desenvolvimento do conceito é a parte mais importante na prática de um projeto arquitetónico, sendo que o sucesso deste projeto, desde a sua fase de licitação ou concorrência até à sua perceção pelo público, depende muito de uma intenção de projeto. Assim, não se trata da estética e da aparência do edifício, mas também sobre as suas funções em diferentes aspetos. O ecossistema BIM permite que os arquitetos aproveitem o desenho na era digital. Como exemplo, um modelo de esboço pode ser digitalizado em 3D e convertido num modelo digital, através do qual se pode realizar as análises da energia previamente (Lu, 2015; Liu et al., 2015).

Não obstante os materiais físicos que os arquitetos utilizam para o desenvolvimento do conceito, pode ser digitalizado para ser utilizado no ambiente digital do BIM, permitindo a criação de mais quantidades de informações em estágios iniciais de um projeto (Liu et al., 2015).

#### **4.5. NÍVEIS DE DESENVOLVIMENTO**

O conceito de Níveis de Desenvolvimento é introduzido no BIM com o objetivo de permitir que os players da construção na arquitetura, indústria da Engenharia e Construção (AEC) para especificar e articular com um alto nível de conteúdo claro, bem como a confiabilidade dos modelos 3D em diversos estágios (American Institute of Architects – AIA, 2013).

Os Níveis de Desenvolvimento estão associados ao nível de detalhe, ou seja, este é a quantidade de detalhes incluídos nos elementos do modelo de construção e, representa o grau em que a geometria do elemento e as informações relacionadas em consonância com os componentes (Van Berlo & Bomhof, 2014). O mesmo significa que estes níveis



de desenvolvimento são o grau em que os membros da equipa de projeto podem confiar nas informações. Em essência, o nível de detalhe é uma entrada para o elemento, enquanto os ND definem a saída (Latiffi et al., 2017).

Os níveis de maturidade do BIM podem ser divididos em quatro níveis de acordo com o nível de saturação do modelo com informações específicas, e dependem do seu conteúdo de informação (Hardin & McCool, 2015).

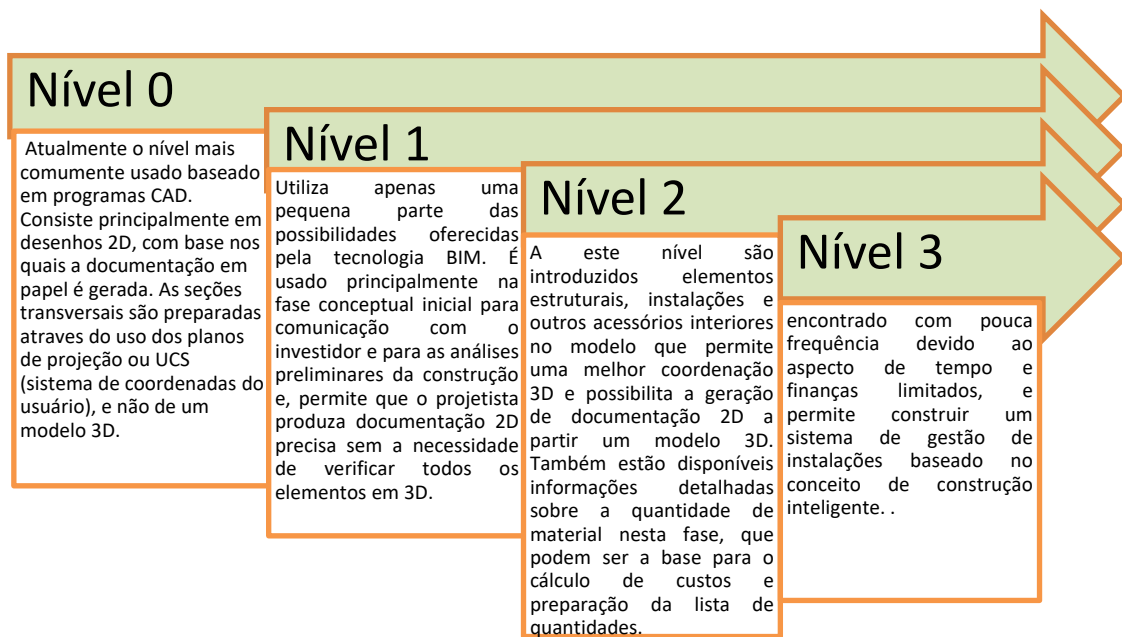


Ilustração 16 - níveis de maturidade do BIM

Na indústria arquitetónica com suporte adequado de software de design, a tecnologia BIM está assim a tornar-se uma ferramenta poderosa que permite uma coordenação rápida ao alterar os dados e informações no objeto modelado para evitar os conflitos do projeto. Assim, os diferentes níveis de maturidade BIM usados na documentação específica da disciplina podem ser usados para locais selecionados ou estratégicos do edifício ou durante as supervisões no local do processo de construção. Melhora muito a coordenação entre todos os participantes do projeto e construção do processo (Tomana, 2015).

## 4.6. MODELO BIM

Existem diferentes aplicações BIM ao longo do desenvolvimento e do ciclo de vida de um edifício, sendo que estas aplicações estão relacionadas com diversas dimensões da tecnologia BIM e como é implementada. As aplicações que são apenas uma parte dos usos do BIM que podem ser conectados a cada parte do processo de desenvolvimento por meio das suas etapas de projeto, planeamento e construção são: (Avsatthi 2016).

- **Agendamento de Desenvolvimento:** Os horários específicos podem ser bem organizados e transmitir exatamente como pretendido aos trabalhadores contratados e outros atores.
- **Planeamento de Utilização do Local:** Otimização do projeto de obras e alocação de espaço para as diferentes instalações temporárias, como armazém de materiais, equipamentos de construção etc. para evitar os conflitos no local durante a fase de construção. Por exemplo, quando os novos materiais, que são encomendados para a construção, chegam ao local e ocuparão um certo espaço por um certo tempo até que sejam realmente usados. Assim, ao considerar estes fatores, os materiais devem estar localizados numa posição dentro do projeto de obras que não atrapalhe o fluxo de trabalho ou a chegada de outro edifício dos elementos e materiais.
- **MEP (Mecânico-Elétrico-Encanamento) Coordenação BIM e deteção de conflitos:** as estruturas MEP são relacionadas juntamente com diferentes disciplinas envolvidas. é de alta importância para detetar conflitos internos e externos a partir da coordenação total com o objetivo de economizar grande quantidade de esforço e dinheiro. Por exemplo, geralmente a coordenação entre diferentes disciplinas, como arquitetos e engenheiros mecânicos, é necessária para alcançar os resultados corretos. As tubulações de um prédio, por exemplo, precisam desse tipo de coordenação. O arquiteto deve localizar esses tubos (dentro do BIM) e projetar de acordo com as tampas e tetos corretos para que os tubos não fiquem visíveis.

Reconhecer os conflitos baseados em tempo: o BIM representa uma atividade específica é feita, juntamente com o seu tempo e custo previstos. O BIM garante que o agrupamento organizado de tarefas e os seus períodos de tempo não se sobrepõem ou entram em conflito. Assim, toda atividade, por exemplo, as construções temporárias como depósitos de materiais etc., ocorrem sem perturbação.

- Eficiência energética: Todo o procedimento de desenvolvimento de edifícios e o ciclo de vida do edifício otimizam o uso de energia. Fatores de sustentabilidade são tidos em conta como a implementação da eficiência energética.
- Estimativa de Custos: BIM permite a representação de atividades de desenvolvimento e as despesas recolhidas. Além disso, a estimativa de custos é mais precisa com a tecnologia BIM em comparação com os métodos antigos.

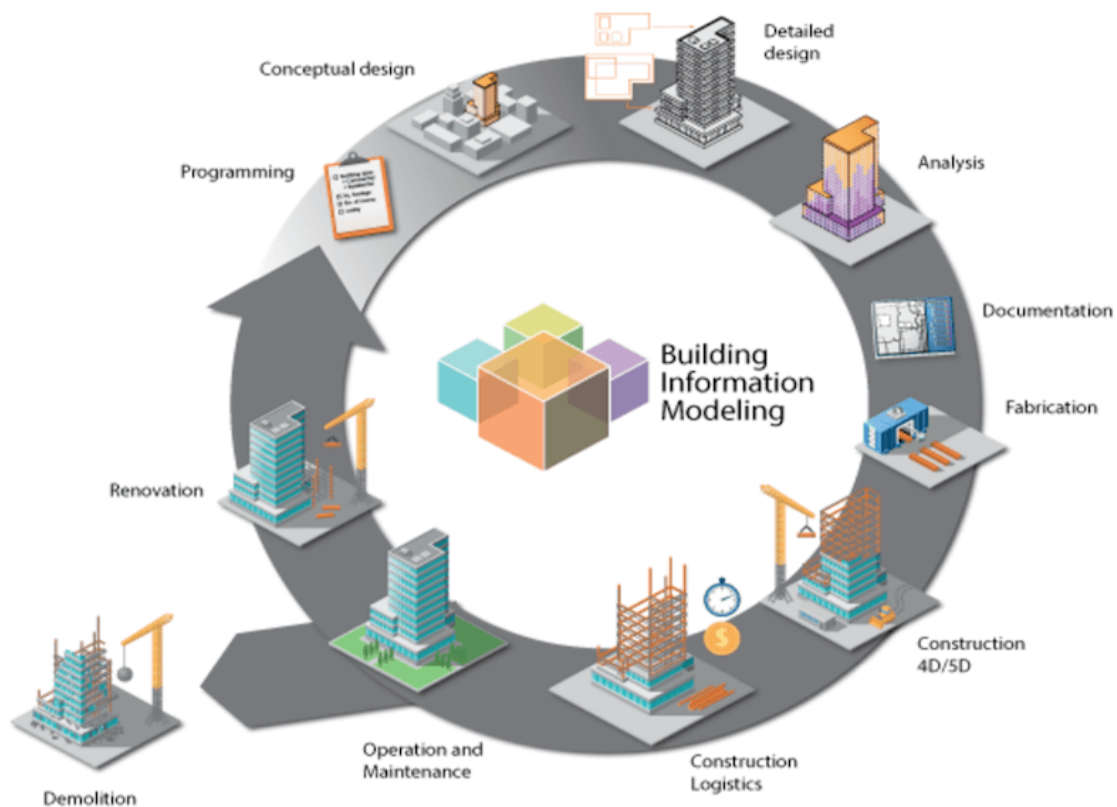


Ilustração 17 – Modelo BIM

O BIM representa assim, um conjunto de políticas, processos e tecnologias que em associação geram uma metodologia para o processo de projeto de um edifício ou instalação, e testam o seu desempenho e gerem as suas informações e dados por meio do uso de plataformas digitais durante o seu ciclo de vida. Assim, por definição o BIM é aplicado em todo o ciclo de vida de um projeto, desde a conceção e criação de uma ideia de construção e instalação, passando pelo desenvolvimento e construção do projeto, até que o trabalho esteja concluído (Jeong et al., 2020).

#### 4.7. COMPATIBILIDADES

As medidas de compatibilidade para ampliar uma tecnologia são percebidas como consistentes com as necessidades, valores e competências de potenciais adotadas na organização como no nível do utilizador. Alguns estudos investigaram a interoperabilidade do BIM com outros sistemas, mas como os sistemas avançam a interoperabilidade é uma questão muito desafiadora no campo, as evidências sugerem que a literatura distingue diferentes valores ou necessidades, dependendo do contexto e das empresas (Eria & McMaster, 2017).

A compatibilidade dos projetos é descrita como a gestão de diversos projetos e sistemas de um edifício para que estes sejam dependentes entre si, e não se interfiram, criando as soluções integradas entre as várias áreas que tornam o empreendimento viável. Esta compatibilidade pode ser feita de maneira convencional, sobrepondo os desenhos em 2D, modelagem 3D, ou pela plataforma BIM (AndÚJar-Montoya et al. 2019).

O BIM suporta os conceitos recentes da indústria da construção como o Lean Construction (LC) e o Integrated Project Delivery (IPD) (Succar 2010; Sacks et al. 2010; AndÚJar-Montoya et al. 2019). As características intrínsecas do BIM auxiliam no cumprimento dos princípios de LC ao mesmo tempo que agrega valor aos diversos tipos de clientes e reduz os vários tipos de resíduos no processo de construção (Tauriainen et al. 2016).

As principais vantagens da adoção do BIM em projetos IPD têm sido igualmente identificadas por vários autores (Fakhimi et al. 2016; Nascimento et al., 2018; Salim e Mahjoob 2020). Sendo que, estas vantagens incluem a produção da arquitetura digital e visual, na construção de modelos as-built; fluxo de informações integrado ao longo do ciclo de vida do projeto; melhoria virtual do esquema de construção e maior automação (Zhang e Li 2014). Assim, apesar do reconhecimento da interdependência das três metodologias, o BIM ganhou aceitação e adoção na indústria da construção de forma isolada.

Com o aumento da adoção do BIM, vários modelos de maturidade do BIM foram desenvolvidos para apoiar o design melhorado e medir as estratégias de transformação para uma implementação BIM totalmente madura (Langston e Ghanbaripour, 2016). Estes modelos permitiram que diferentes partes em projetos de construção pudessem

avaliar os seus pontos fortes e fracos e, fornecer um roteiro para os formuladores de políticas e a alta administração nos negócios ao nível macro e micro (Chen et al., 2014).

O LC surgiu como uma filosofia de gestão em resposta às necessidades da indústria da ineficiência da construção (Aslam et al., 2020). Na sua forma mais básica, o LC significa eliminar o desperdício em todas as etapas do processo de trabalho enquanto agrega valor para o cliente, completando as funções de agregação de valor de forma muito eficiente e rápida (Tauriainen et al., 2016). Neste sentido, a associação entre o BIM e o LC atualmente é um desenvolvimento significativo nos campos profissionais e de pesquisa (Andújar-Montoya et al., 2019).

De acordo com Al Hattab e Hamzeh (2018) o BIM pode ser considerado uma ferramenta LC, uma vez que as funcionalidades do BIM provaram reduzir a variabilidade da construção em projetos de construção e reduzir o retrabalho (Mahmood e Abrishami 2020). No entanto, a crescente implementação da sinergia BIM-LC conduz a uma necessidade pela combinação do modelo de maturidade. Este modelo de maturidade integrado auxilia a organização na identificação de elementos cruciais que afetam a implementação e melhora da sinergia BIM-LC contínua (Mollasalehi et al., 2018; Andújar-Montoya et al., 2020).

Até ao momento foram desenvolvidos vários modelos para analisar o BIM e o LC individualmente, no entanto o número de modelos com capacidade de avaliar o seu uso combinado ainda é baixo. A revisão da literatura revelou que existem dois modelos de maturidade BIM-LC disponíveis para avaliar o desempenho da sinergia conjunta “IDEAL” e “Modelo de Maturidade LC e BIM Integrado” (Mollasalehi et al., 2018)

#### **4.8. VANTAGENS E DESVANTAGENS DO BIM**

O BIM é uma das formas de mudar as abordagens de projeto de manutenção, projeto de construção. A equipa de projeto de design pode consistir na topografia, arquitetura, engenharia, engenharia mecânica, engenharia estrutural, paisagismo, engenharia de incêndio/alarme, comunicações, projetos de interiores, proprietários, inquilinos e gestores de projetos. Todos estes membros contribuem com os seus dados e trabalhos executados para o modelo BIM, e este pode ainda continuar até e depois da fase de construção que irá interferir com o estaleiro, construção de aço, mecânica construção

elétrica, extintor de incêndio, construção, construção de concreto, telhados, alvenaria, vidros, comandos de elevador, acabamentos, tecnologia e paisagismo (Kassen et al., 2015).

Como vantagens do BIM, quaisquer erros ou conflitos no projeto podem ser identificados cedo antes de iniciar a construção, e quaisquer modificações que ocorreram no modelo podem ser corrigidas facilmente em todas as dimensões no modelo 3D, 4D e 5D, conforme qualquer alteração no modelo 3D pode ser refletido automaticamente numa mudança no tempo e custo utilizando o BIM que se comunica entre todos os fatores do projeto (Lu et al., 2015).

O BIM introduz uma técnica fácil para desenhar e construir o modelo e extrair os seus dados e desenhos que em troca poderão economizar tempo consumido tanto no projeto quanto na construção, e ajuda na implementação de um pré-plano para o ciclo da construção. Do mesmo modo, a redução do custo total do projeto ao diminuir o tempo consumido durante a mudança de pedidos e reduzir o desperdício de tempo que ocorre durante a fase de construção que irá controlar o custo durante o ciclo de vida do projeto (Djabarouti & O'Flaherty, 2019).

O BIM tem a vantagem de reduzir o esforço durante a cópia de qualquer mudança numa visão do modelo, pois pode transferi-lo e passá-lo para todas as outras visualizações. Por exemplo, ao colocar uma porta na vista de planta, esta passa automaticamente para a visualização 3D.

Como desvantagens,

O BIM permite que os fornecedores insiram os seus dados diretamente no modelo, embora quando há muitos dados carregados no modelo que pode resultar na sobreposição entre os dados sem reconhecer a fonte principal e, assim quem pode carregar a responsabilidade de qualquer falta ou dados errados (Elagiry et al., 2019).

Muitas vezes, com a entrada de uma nova tecnologia na indústria da construção podem faltar regras e padrões específicos e este aspeto pode fazer com que os padrões menos documentados do BIM no contrato possam ser ignorados. Outra das desvantagens do BIM é que não se pode salvar o histórico de alterações no BIM, pois qualquer mudança ocorre no modelo não pode ser salvo no programa e não se poderá identificar a pessoa

que o fez. Como resultado, não se pode rever quaisquer visualizações anteriores antes dessa mudança (Maskuriy et al., 2019).

De igual modo, o custo de treino e formação para o pessoal pode causar uma ansiedade para muitas empresas que tentam envolver-se no campo do BIM, pois consumirá tempo e custo para os engenheiros para aprender a aplicar a tecnologia BIM no seu trabalho, embora todas as empresas economizam um certo orçamento para se manterem competitivas para o mercado (MacLeamy et al., 2012). A tabela seguinte demonstra as vantagens e as desvantagens da utilização do BIM.

Tabela 2 - Vantagens e desvantagens do BIM

Vantagens	Desvantagens
Melhor planeamento e projeto: o BIM deve permitir que um edifício concluído e todos os seus serviços e sistemas de M&A relacionados sejam visualizados na tela antes que a terra seja iniciada. Essas informações permitem um melhor planeamento e projeto para o arquiteto que permite que o espaço e os recursos disponíveis sejam utilizados de forma mais eficaz.	Software de modelo: o software BIM para realizar a construção ou alteração inicial do modelo requer um <u>investimento substancial no software</u> , juntamente com PCs cada vez mais poderosos para processar a enorme quantidade de dados necessária.
Mudanças fáceis de design: o modelo é partilhado, para que os usuários possam criar alterações num modelo BIM. Isso pode ser feito em horários definidos para reuniões de equipa de projeto de acompanhamento ou mesmo em tempo real, para que todos trabalhem com informações atualizadas e um fluxo de trabalho colaborativo possa ser estabelecido.	Formação e pessoal: é invariavelmente necessário um investimento adicional em formação e educação, com a introdução de um novo software numa empresa. Junto com a equipa adicional vem espaço de escritório e recursos de escritório. Os benefícios proporcionados pela economia de tempo no local geralmente fazem valer a pena o investimento de pessoal e software, mas somente se muitos projetos utilizarem esse recurso e, no final, o modelo

	<p>produzido for totalmente utilizado e preciso</p>
<p>Retrabalho mínimo no local: o BIM facilita a visibilidade de possíveis áreas problemáticas e permite que os erros sejam corrigidos por meio da '<b><u>detecção de conflitos</u></b>' do modelo antes de serem cometidos fisicamente. Isso reduz a necessidade de retrabalho e revisão dispendiosos do local, resultando em economia de mão de obra e material.</p>	<p>Confiança e cooperação: é fundamental para qualquer projeto BIM de sucesso e uma mudança cultural precisa ocorrer na indústria. A rotina normal de licitação, acordo comercial e adjudicação de projeto com um empreiteiro principal precisa ser cuidadosamente gerenciada em relação ao tempo e à expectativa para que um projeto BIM funcione como deveria. Todas as partes precisam estar dispostas a compartilhar conhecimento e investir, às vezes até antes de receberem o projeto pelo cliente.</p>
<p>Pré-fabricação: o BIM permite que empreiteiros e subempreiteiros visualizem o projeto, permitindo tempo para <u>pré-fabricar com mais facilidade e precisão o trabalho externo</u>, o que pode economizar tempo e dinheiro por meio de melhores controles de produtividade no ambiente de fabricação longe de um projeto de obras.</p>	<p>Envolvimento do cliente: muitas vezes a especificação do projeto ou a estrutura de compras exigirá o BIM, apenas para encontrar um usuário final / ocupante do edifício que não vê ou não <u>entende as vantagens contínuas</u> de usar o modelo em toda a sua extensão. As informações de F&amp;M contidas no modelo 'como construído' finalizado são então ignoradas, resultando em desperdício de tempo e esforço da equipa de construção que preenche o modelo com todos os detalhes do fabricante e informações de manutenção em primeiro lugar.</p>



<p>O software livre está disponível: todas as partes envolvidas em todos os níveis do projeto podem usar o modelo completo, com o uso de <u>software gratuito 'somente visualização'</u> .</p>	
--	--

A análise mostra que o elo mais fraco no sucesso de toda a operação, que é a implementação e utilização da tecnologia BIM no processo construtivo em grande escala, são as pessoas e sua falta de conhecimento e consciência e relutância em mudar (Mollasalehi et al., 2018)



## 5. ESTUDOS DE CASO DE APLICAÇÃO BIM

### 5.1. ESTUDO 1 - ESTUDO DE CASO FOI REALIZADO NO CAMPUS DA CIDADE DA NORTHUMBRIA UNIVERSITY, COM SEDE EM NEWCASTLE UPON TYNE (REINO UNIDO).

Este estudo de caso é constituído por 32 edifícios não residenciais com uma área bruta superior a 120.000 m<sup>2</sup> que se iniciou no ano de 2010 quando a universidade contratou cinco profissionais para produzir modelos de informação de construção com o objetivo de melhorar o desempenho da gestão do espaço. Estes modelos foram concluídos pelos cinco profissionais em cinco semanas (Kassen, 2021).



**Ilustração 18** - campus da cidade da Northumbria University, com sede em Newcastle upon Tyne (REINO UNIDO).

O estudo de caso envolve um ativo existente e, diversos desafios importantes que a aplicação do BIM considera. Estes desafios estão relacionados com as questões estratégicas e ao caso de negócios para migrar dos processos atuais de gestão de instalações. Este estudo de caso envolveu funcionários das propriedades da Universidade que participaram em debates para investigar o valor e os desafios do BIM na gestão dos espaços do campus universitário.

De salientar que a eficiência dos processos associados à gestão dos espaços como a atualização geométrica e não geométrica da informação, e neste caso foi identificada

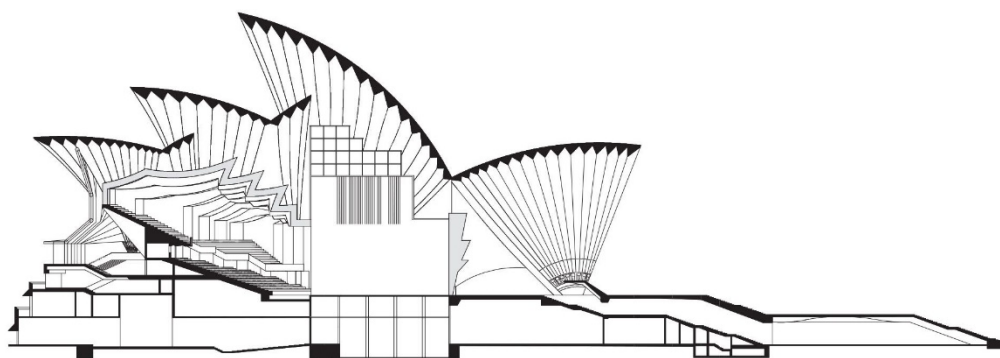
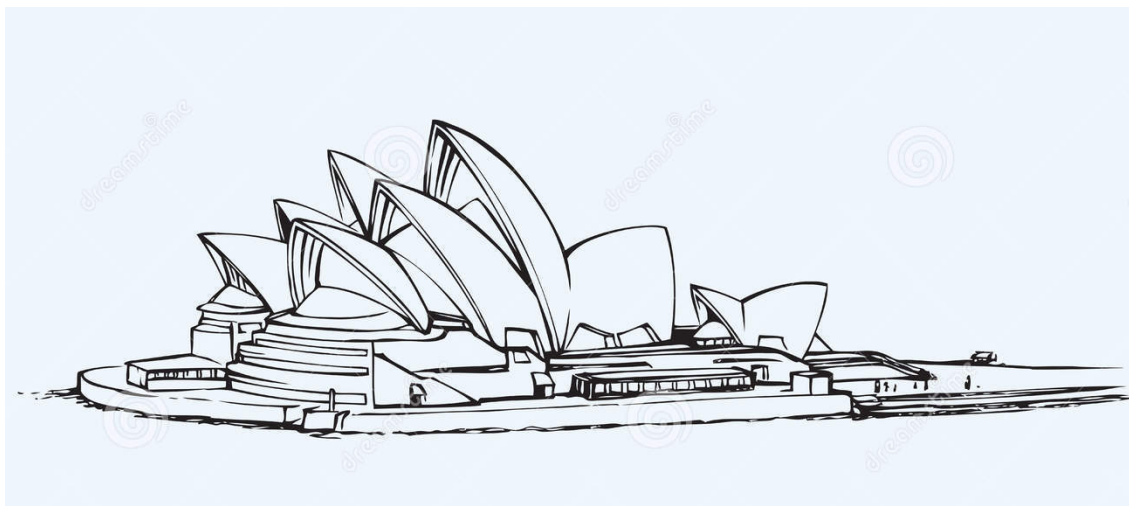
quando as funcionalidades do BIM para a gestão de instalações foram exploradas no BIM criado para o campus.

Nos dias de hoje, a Universidade atualiza os seus desenhos e informações em dois ambientes, ou seja, em desenhos de plantas baixas em representação gráfica bidimensional, formato DWG e uma base de dados em formato MS Excel, que exigem atualização manual, criando assim a duplicação de carga de trabalho. As fotografias e as sessões digitalizadas das folhas de desenho originais são geralmente utilizadas para verificar os detalhes específicos.

Com as mudanças na utilização do edifício que ocorrem durante o ano, esta é uma tarefa longa que exige a atenção em tempo integral de um técnico de CAD. E, por esta razão, com a utilização do BIM para a gestão das instalações a criação de informações geométricas e a inclusão da gestão das instalações específicas, a informação permite a atualização automática dos horários necessários, produzindo sessões instantâneas, elevações, gerando folhas de desenho a partir de um único ambiente integrado. Este aspeto, proporcionou ganhos de eficiência que não foram possíveis com os processos atuais e tecnologias utilizadas pela equipa de gestão de instalações.

## **5.2. ESTUDO DE CASO DA IMPLEMENTAÇÃO DO BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PARA INTERFACE DE GESTÃO DE ATIVOS NO SYDNEY OPERA HOUSE**

O SOH é um edifício australiano icônico com uma longa história de informações inovadoras de gestão. O processo e construção desafiador que conduziu ao que poderia ser o primeiro sistema de campo para acabamento para topógrafos na Austrália, criando grandes ganhos de eficiência, através do método BIM.



Sydney Opera House

**Ilustração 19** - - Modelo original e desenhos da Sydney Opera House

A cobertura do SOH é constituída por 1600 segmentos, em cada um pesa em média 10 toneladas e o telhado exterior é revestido por 5.400 painéis de telhas pré-moldadas. O ponto mais alto do telhado fica a 67 metros acima do nível do mar e todo o edifício tem 10.000 parafusos de telha que tiveram que ser inspecionados com uma precisão garantida de  $\pm 3\text{mm}$  para que os suportes de fixação pudessem ser pré-ajustados antes de cada tampa ser levantada (Elfick, 2010).

Durante a construção verificou-se que o cálculo funciona para processar dados de campo e gerar relatórios, limitaria o tempo de resposta da equipa do projeto em estágios críticos do projeto. O tempo habitual necessário para calcular uma deformação típica da nervura foi superior a uma semana.

O SOH tem vindo a desenvolver a sua estratégia BIM desde 2004 por meio do Portfólio de Manutenção Building Development (BDM), um sistema estruturado de banco de dados Building Information e Building Information. Os sistemas de controlo de gestão fornecem as ferramentas de gestão de instalações para o dia a dia da operação do edifício e do local (Sydney Opera House, 2011). Neste sentido, a pretensão para utilizar o BIM para a gestão de instalações surgiu de uma apresentação do professor Keith Hampson.

O prédio também desenvolveu processos internos que incluíram uma referência e um sistema de coordenação. Este sistema é baseado em cada espaço tendo um nome de área de referência e um número de espaço único relacionado a um sistema de arquivos que contém um conjunto mestre de documentos daquela sala em um local centralizado.



**Ilustração 20** - localização da Sydney Opera House

No ano de 2011, a SOH emitiu duas diretrizes BIM para auxiliar as organizações que trabalham em vários projetos de construção que preparam arquivos de documentação de engenharia, após a conclusão das suas obrigações contratuais. Este esforço foi impulsionado pela crença de que utilizar o BIM de forma eficaz e para os benefícios do seu uso sejam realizados, a qualidade de comunicação entre os diferentes participantes do processo de construção necessita de ser melhorado (Linning, 2011).

Os principais passos dados para preparar a transição para o novo sistema são:

- Colheita de dados em formatos que são interoperáveis com a maioria dos sistemas
- Garantir que os projetos de construção capturem e forneçam os dados necessários para novos sistemas
- Garantir que diferentes pacotes de software sejam compatíveis
- Desenvolver um plano de mudança cultural
- Compreender como o gerenciamento de serviços será afetado e pode ser melhorado pela introdução do novo sistema
- Realizar workshops com os utilizadores para fornecer informações sobre benefícios específicos, consulta e treino usando os sistemas padrão.

A implementação da solução BIM para a gestão de instalações ocorreu em duas etapas para testar a robustez da solução fornecida e evoluir os dados vinculados ao modelo: (i) BIM totalmente funcional e funções básicas da solução; e (ii) módulos adicionais de requisitos funcionais (Sydney Opera House, 2014b).

Este sistema pretende que seja uma interface gráfica 3D baseada na web que vinculará um modelo geoespacial atualizado e preciso do edifício e local existentes à documentação de engenharia principal, sistemas de gestão e controlo de manutenção e construção. O sistema está planeado para ser a única fonte de informação para todos os requisitos operacionais regulares do edifício, bem como os trabalhos e projetos de desenvolvimento. A longo prazo, espera-se que o sistema seja integrado com o Sistema de Gestão e Controlo Predial (BMCS), vinculado ao sistema de câmaras de segurança e utilizado para o treinamento interativo e induções; criar uma linha do tempo ativa do edifício; aplicações de busca de caminhos; análise visual (Figura 10); e outras funções.



Ilustração 21 - Análise Visual Potencial (Linning, 2014a)

Esses padrões também foram usados para desenvolver o contrato de serviço de documentação que integra recomendações do modelo CRC for Construction Innovation Project.

### Base Functionality

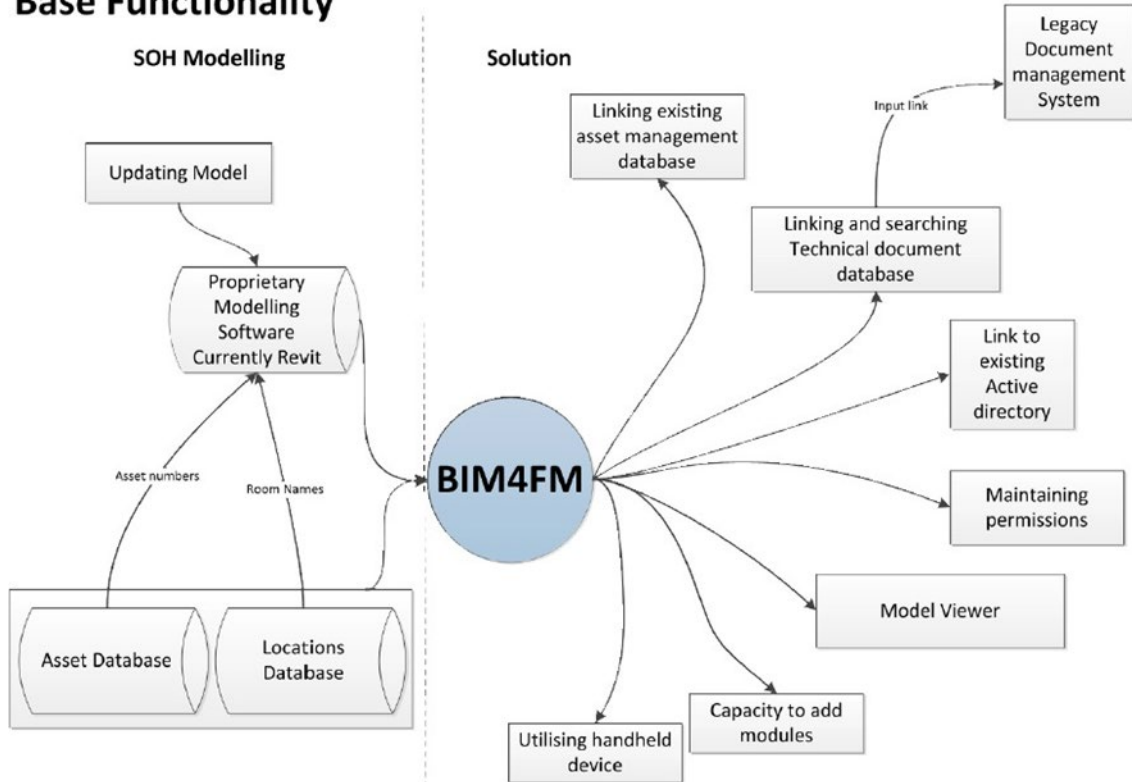


Ilustração 22 - A funcionalidade básica da interface BIM (Sydney Opera House, 2014b) Este relatório (CRC for Construction Innovation, 2007) menciona adicionalmente os seguintes KPIs:



- passivos pendentes
- Limpeza e gestão de resíduos
- energia
- motivos
- manutenção
- Custos operacionais
- estacionamento
- reciclagem
- reforma
- segurança
- Dados estatísticos
- Uso de água
- Custos

De outro modo, a SOH aplica o método BIM há dez anos, o que lhes permitiu escolher de forma criteriosa as normas e processos que melhor atendem às necessidades das partes interessadas, bem como tornar-se um cliente bem informado. Esta tem sido visto como uma estratégia de redução de riscos, permitindo que a equipa de SOH aprenda com as experiências de implementação anteriores e ao mesmo tempo desenvolver um sistema que se possa adotar perfeitamente às suas necessidades. Além de que, a SOH tem se tornado mais informado e envolvido como uma necessidade devido ao atraso da indústria em desenvolvimento de soluções BIM para a gestão de ativos.

Este papel de cliente bem informado e inovador é muitas vezes reconhecido pela indústria ao convidar os representantes da SOH a falar em conferências sobre BIM para FM, bem como pela New South Wales, o Arquiteto que tem demonstrado foco na implementação do BIM.



## 6. CONCLUSÃO

Ao longo da história, o arquiteto sempre teve um papel fundamental e de destaque em todas as partes do processo, desde a conceção á construção e materialização das ideias, do início ao final da obra. Papel esse que tinha notavelmente mais influência no passado, na qual o arquiteto acompanhava fisicamente a obra até a sua conclusão, coordenando todos os trabalhos. Esse papel ao longo dos séculos tem vindo a perder alguma força, em especial desde o sec. XX e XXI. Foi desde os anos 70 que esta posição do arquiteto na fase de construção mais se alterou, deixando de ter tanta influência no papel da obra, devido aos elevados custos honorários que isso acrescia. Nesta altura começam a surgir algumas figuras como diretores, gestores e fiscais de obra, que influenciaram as mudanças nesse campo e que se encontram presentes até aos dias de hoje.

O papel do arquiteto continua a ser valorizado e de extrema importância, mas cada vez mais apenas na fase de projecto e após a conclusão do projecto de execução passa para os executores da obra.

A coordenação e gestão BIM volta a sublinhar a importância fundamental que o arquiteto deve ter em todo o processo e não apenas na fase de projecto, cabe ao arquiteto coordenar todas as etapas assim como todas as equipas intervenientes na construção, coordenando todos os projetos para garantir que não existam incompatibilidades e problemas no decorrer da obra e assumindo o papel de liderança num processo que envolve numerosas partes, e que pode ser bastante complexo e financeiramente penalizador quando mal executado.

O BIM é a ferramenta que melhor pode auxiliar o arquiteto nesta coordenação.

O Elevado aumento de implementações BIM nas últimas décadas tem sido alvo de análise na indústria e arquitetura, pois por meio desta tecnologia surge a capacidade de alterar e melhorar o setor da construção, os profissionais que contribuem para o projeto para fazer parte de um ambiente mais colaborativo que é disponibilizado pelo BIM.

O BIM foi amadurecido de forma gradual ao longo das últimas décadas através da implementação do software de acompanhamento e a implementação em muitos projetos complexos. Assim, tendo em conta a rápida expansão da tecnologia de informação nos anos 2000 permitiu que a indústria e a arquitetura possam relacionar-

se cada vez mais com o BIM, com base no trabalho colaborativo em 3D. Neste sentido, o BIM disponibiliza a integração de informações num único modelo colaborativo que pode ser utilizado pelos gestores de instalações durante o processo de construção e após a conclusão do projeto.

A utilização do BIM em projetos de construção contribuiu para grandes benefícios significativos, de acordo com as perspetivas dos autores apresentados ao longo do trabalho, ficou claro que o BIM tem ajudado a melhorar o agendamento e as previsões, podendo ser um método notável para melhorar a interoperabilidade presente na cadeia de abastecimento. De uma forma geral, a comunicação, integração e cooperação entre as partes intervenientes e departamentos são os principais fatores que impulsionam as empresas a adotar BIM para maximizar a interoperabilidade, melhorando a partilha de informações em menos tempo.

Sendo que, os principais desafios na adoção do BIM são a facilidade da partilha de informações e a melhora na colaboração. A longo prazo, reconhece-se que este método pode ajudar as partes interessadas a minimizar os erros e a necessidade de retrabalho ao longo do processo.

O BIM permite não só as partes intervenientes no processo, o acesso a um modelo digital completo e em constante atualização, com todas as informações relevantes á construção de um edifício, desde mapas de quantidades a visualizações 3D, mas também ao dono de obra, que neste processo é parte integrante da simbiose e está constantemente a par do desenvolvimento e comunicação entre todas as partes, participando e tendo um papel fundamental nas decisões ao longo de todas as fases se assim o entender.

Através dos estudos de casos apresentados identificou-se que o BIM pode melhorar a comunicação, permitiu escolher de forma criteriosa as normas e processos que melhor atendem às necessidades das partes interessadas, bem como tornar um cliente bem informado. Esta tem sido visto como uma estratégia de redução de riscos, permitindo que a equipa de SOH aprenda com as experiências de implementação anteriores e ao mesmo tempo desenvolver um sistema que se possa adotar perfeitamente às suas necessidades.

## REFERÊNCIAS

Abubakir, M., Ibrahim, Y., Kado, D. & Bala, K., (2014). *Contractor's perception of factors affecting building information modeling in the Nigerian construction industry*. Computing in Civil Engineering, ASCE, pp. 167–178,

American Institute of Architects (AIA), *Level of Development Specification for Building Information Model*. Information on <http://bimforum.org/wp-content/uploads/2013/08/2013-LODSpecification.pdf>

Andújar-Montoya M. D.Galiano-Garrigós, A.Echarri-Iribarren, V. and Rizo-Maestre, C. (2020). *BIM-LEAN as a Methodology to Save Execution Costs in Building Construction - An Experience under the Spanish Framework*. Applied Sciences 10(6). <https://doi.org/10.3390/app10061913>.

Andújar-Montoya M. D.Galiano-Garrigós, A.Rizo-Maestre, C. and Echarri-Iribarren, V. (2019). *BIM and Lean Construction Interactions: A State-of-the-Art Review. Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations III*.

Aslam M. Gao, Z. and Smith, G. (2020). *Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction*. Journal of Cleaner Production 277.

Avsatthi B., (2016). *Applications of BIM in Construction Projects*. Archinect [online] Available at : <https://archinect.com/HCADDS/release/applications-of-biminconstruction-projects>,

Azhar, S. (2011). *Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry*. Leadership and management in engineering, 11(3), 241-252

Antwi-Afari, MF, H Li, EA Pärn, and DJ Edwards. (2018). "Critical success factors for implementing building information modelling (BIM): A longitudinal review." Automation in Construction 91:100-110.

Azhar, S., Khalfan, M. & Maqsood, T. (2012). *Building information modeling (BIM): now and beyond*. Australasian Journal of Construction Economics and Building, 4, pp. 15–28, 2012.

Askim, J., T. Christensen, and P. Læg Reid. 2015. “*Accountability and Performance Management: The Norwegian Hospital, Welfare, and Immigration Administration.*” International Journal of Public Administration 38 (13–14): 971–982.

Alhava, O., Laine, E. and Kiviniemi, A. (2015), “*Intensive big room process for co-creating value in legacy construction projects*”, Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 20 No. ECPPM 2014 Special Issue, pp. 146–158

Baptista, A. (2015). *Utilização de ferramentas BIM no planeamento de trabalhos de construção – Estudo de caso*. Tese de Mestrado, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto.

Belsky, M., Sacks, R. and Brilakis, I. (2015), “*Semantic Enrichment for Building Information Modeling*”, Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering, p. n/a–n/a.

Bonomolo, M.; Di Lisi, S.; Leone, G. (2021). *Building Information Modelling and Energy Simulation for Architecture Design*. Appl. Sci. 2021, 11, 2252.

BDI and Roland Berger (2015). *Analysen zur Studie — Die Digitale Transformation der Industrie*, Roland Berger Strategy Consultants und Bundesverband der Deutschen Industrie e.V

Boueé, C and S Schaible (2015). *Die Digitale Transformation der Industrie. Studie: Roland Berger und BDI*

Bruno, N.; Roncella, R. (2019). *HBIM for Conservation: A New Proposal for Information Modeling*. Remote Sens. 2019, 11, 1751.

Chen Y.Dib H. and F. Cox, R. (2014). *A measurement model of building information modelling maturity*. Construction Innovation 14(2): 186-209.

Chen, Y. & Baddeley, M., (2015). *Collaborative Building Information Modelling (BIM): Insights from behavioural economics and incentive theory*. rics.org/research, Feb. 2015.

Chen, L.; Luo, H. A (2014). *BIM-based construction quality management model and its applications*. Autom. Constr. 2014, 46, 64–73.

Choi, B.; Lee, H.-S.; Park, M.; Cho, Y.K.; Kim, H. (2014). *Framework for Work-Space Planning Using Four-Dimensional BIM in Construction Projects*. J. Constr. Eng. Manag. 2014, 140, 4014041.

Costa, J.M.; Corvacho, Maria Helena (2010). *Revisão de Projetos – Estratégia e Metodologias*, Universidade do Porto, 2010, 24 p.

Costa, A. A. (2014). <http://www1.ipq.pt/PT/Site/Destaques/Pages/Paradigma-BIM-e-anormalizacao-como-fator-de-competitividade.aspx>. Instituto Português da Qualidade (*O paradigma BIM e a normalização como fator de competitividade*).

Cruz, CA 2012, *‘Wright’s Organic Architecture: From ‘Form Follows Function’ to ‘Form and Function are One’*, Wolkenkuckucksheim - Cloud-Cuckoo-Land - Vozdushnyi zamok, vol. 32, pp. 27-36.

Christensen, T., P. Lægroid, and K.A. Røvik. 2020. *Organization Theory and the Public Sector: Instrument, Culture and Myth*. 2nd ed. London: Routledge.

Dashti, M.S.; RezaZadeh, M.; Khanzadi, M.; Taghaddos, H. (2021). *Integrated BIM-based simulation for automated time-space conflict management in construction projects*. Autom. Constr. 2021, 132, 103957

de-Matos, C.R., & Miranda, A.C.O. (2018). *The use of BIM in public construction supervision in Brazil. Organization, Technology and Management in Construction*, 10, 1761–1769

Dim, N.U., Ezeabasili, A.C.C. & Okoro, B.U., (2015). *Managing the change process associated with Building Information Modeling (BIM) implementation by the public and private investors in the Nigerian building industry*. *Donnish Journal of Engineering and Manufacturing Technology*, 2, pp. 1–6, 2015.

Djabarouti J and O’Flaherty C 2019 *Experiential learning with building craft in the architectural design studio: A pilot study exploring its implications for built heritage in the UK Think. Ski. Creat*

Elagiry, M.; Marino, V.; Lasarte, N.; Elguezabal, P.; Messervey, T. *BIM4Ren: Barriers to BIM implementation in renovation processes in the Italian market*. *Buildings* 2019, 9, 200.

Enshassi, A., AbuHamra, L. A., & Alkilani, S. (2018). *Studying the benefits of building information modeling (BIM) in architecture, engineering and construction (AEC) industry in the Gaza strip*. *Jordan Journal of Civil Engineering*, 12(1), 87–98

S. Eria, R.B. McMaster, *GIS diffusion in Uganda*, *International Journal of Geographical Information Science* 31 (5) (2017) pp. 884-906.

Enshassi, A.; Ayyash, A.; Choudhry, R.M. (2016). *BIM for construction safety improvement in Gaza strip: Awareness, applications and barriers*. *Int. J. Constr. Manag.* 2016, 16, 249–265.

Farzaneh, A.; Monfet, D.; Forgues, D. *Review of using Building Information Modeling for building energy modeling during the design process*. *J. Build. Eng.* 2019, 23, 127–135.

Ganah, A.A.; John, G.A. (2017). *BIM and project planning integration for onsite safety induction*. *J. Eng. Des. Technol.* 2017, 15, 341–354.



Getuli, V.; Capone, P.; Bruttini, A.; Isaac, S. (2020). *BIM-based immersive Virtual Reality for construction workspace planning: A safety-oriented approach*. Autom. Constr. 2020, 114, 103160.

Gómez Melgar, S.; Sánchez Cordero, A.; Videras Rodríguez, M.; Andújar Márquez, J.M. (2020). *Matching Energy Consumption and Photovoltaic Production in a Retrofitted Dwelling in Subtropical Climate without a Backup System*. Energies 2020, 13, 6026.

Grilo, A., and Jardim-Goncalves, Ricardo (2010). “*Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments*”. Automation in Construction, vol. 19, pp. 522-530.

Han, S., Love, P., & Peña-Mora, F. (2013). *A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects*. Mathematical and Computer Modelling, vol 57, no -, page 2044-2053.

Head, B.W., and J. Alford. 2013. “*Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management*.” Administration & Society 47 (6): 711—739.

He, S., T. Oerman, and J. van de Ven (2016). *The sources of the communication gap*. Management Science 63(9), 2832-2846.

Helmke, G., and S. Levitsky. 2004. “*Informal Institutions and Comparative Politics. A Research Agenda*.” Perspectives on Politics 2 (4): 725—740

B. Hardin, D. McCool, *BIM and Construction Management*, Indianapolis (2015).

Husain, A. H., Razali, M. N., & Eni, S. (2014). *Stakeholders’ expectations on building information modelling (BIM) concept in Malaysia*. Property Management, 36(4), 400–422

Ibrahim, H.S., Hashim, N., & Jamal, K.A.A. (2019). *The potential benefits of building information modelling (bim) in construction industry*. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 385, (2019) 012047 1- 11

Illia, S. Romenti, B. Rodríguez-C´ anovas, G. Murtarelli, C.E. Carroll, *Exploring corporations' dialogue about CSR in the digital era*, J. Bus. Ethics (2017) 1–20,

Ihuoma, O., et al. (2017). *Building information modelling as a construction management tool in Nigeria. Building Information Modelling (BIM) in Design, Construction and Operations II* 25

Irakoska, B. (2015). *Táticas de Transformação da Estrutura Habitacional, Novos Modelos Habitacionais. Simbiose como modelo de conexão de textura urbana. South East European Journal of Architecture and Design* , 2015 , 1–59.

Jeong, W.; Yan, W.; Lee, C.J. *Thermal Performance Visualization Using Object-Oriented Physical and Building Information Modeling*. Appl. Sci. 2020, 10, 5888

J.H. Jeppesen, E. Ebeid, R.H. Jacobsen, T.S. Toftegaard, *Open geospatial infrastructure for data management and analytics in interdisciplinary research*, Computers and Electronics in Agriculture 145 (2018) pp. 130-141

Kassem, M., Succar, B. and Dawood, N. (2015), “*Building Information Modeling: Analyzing Noteworthy Publications of Eight Countries Using a Knowledge Content Taxonomy*”, Building Information Modeling, American Society of Civil Engineers, pp. 329–371

Kent, M (2013). “*Using Social Media Dialogically: Public Relations Role in Reviving Democracy*”. Public Relations Review,39, 337- 345

Kjartansdottir, I. B., Mordue, S., Nowak. P., Philp, D., & Snæbjörnsson, J. T. (2017). *Building information modeling BIM. Warsaw: Civil Engineering Faculty of Warsaw University of Technology.*

Kim, K.; Cho, Y.; Zhang, S. (2016). *Integrating work sequences and temporary structures into safety planning: Automated scaffoldingrelated safety hazard identification and prevention in BIM*. Autom. Constr. 2016, 70, 128–142

Latiffi, A. A., Brahim, J., & Fathi, M. S. (2016). *Transformation of Malaysian Construction Industry with Building Information Modelling (BIM)*. Ibcc, 00022.

Lamberton, C., & Stephen, A. T. (2016). *A thematic exploration of digital, social media, and mobile marketing: Research evolution from 2000 to 2015 and an agenda for future inquiry*. *Journal of Marketing*, 80(6), 146–172.

Latiffi, A. A., Mohd, S., Kasim, N., & Fathi, M. S. (2013). *Building information modeling (BIM) application in Malaysian construction industry*. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 2(4A), 1-6.

Liu,S. Xie,B. Tivendal,L. Liu,C. (2015). *Critical Barriers to BIM Implementation in the AEC Industry*. *International Journal of Marketing Studies*; Vol. 7, No. 6; 201

Lu, W., Fung, A., Peng, Y., Liang, C. and Rowlinson, S. (2015), “*Demystifying Construction Project Time–Effort Distribution Curves: BIM and Non-BIM Comparison*”, *Journal of Management in Engineering*, Vol. 31 No. 6, p. 4015010.

Lu, W. (2015). *Collaboration in BIM-enabled projects: a socio-technical perspective*. University of Hong Kong, Pokfulam, Hong Kong SAR.

Li, Xiao, Peng Wu, Geoffrey Qiping Shen, Xiangyu Wang, and Yue Teng. 2017. “*Mapping the knowledge domains of Building Information Modeling (BIM): A bibliometric approach*.” *Automation in Construction* 84:195-206.

LIMA, J. F. (2004). *O que é ser arquiteto: memórias profissionais de Lelé (João Filgueiras Lima)*; em depoimento a Cynara Menezes. Rio de Janeiro, Record. 172 p.

Love, P. E., Lopez, R., Edwards, D. J., & Goh, Y. M. (2012). *Error begat error: Design error analysis and prevention in social infrastructure projects*. *Accident Analysis and Prevention*, vol 48,no -, page 100-110. [

Lopez, R., Love, P. E., Edwards, D. J., & Davis, P. R. (2010). *Design Error Classification, Causation, and Prevention in Construction Engineering*. Journal of Performance of Constructed Facilities, vol 24, no 4, page 399–408.

McAuley, B.; Hore, A.; West, R. (2017). *BICP Global BIM Study—Lessons for Ireland’s BIM Programme*; Construction IT Alliance (CitA) Limited: New York, NY, USA, 2017

Miao, D. (2022). *Application of BIM Technology in the Informatization of Construction Management*. In *Proceedings of the International Conference on Cognitive based Information Processing and Applications (CIPA 2021)*, Beijing, China, 28 August–1 September 2021; Springer: Singapore, 2022; pp. 613–621.

Mazzone, DM (2014). *Digital or Death: Digital Transformation — The Only Choice for Business to Survive Smash and Conquer*. (1st ed.). Mississauga, Ontario: Smashbox Consulting Inc

. MacLeamy, "Industrial strategy: government and industry in partnership: Building Information Modeling", United Kingdom: Department for Business Innovation & Skills BIS, United Kingdom Government, 2012.

Maskuriy, R.; Selamat, A.; Ali, K.N.; Maresova, P.; Krejcar, O. *Industry 4.0 for the construction industry how ready is the industry?* Appl. Sci. 2019, 9, 2819

Mistretta, F.; Sanna, G.; Stochino, F.; Vacca, G. *Structure from motion point clouds for structural monitoring*. Remote Sens. 2019, 11, 1940

Mahmood A. and Abrishami, S. (2020). *BIM for lean building surveying services*. Construction Innovation 20(3): 447-470. <https://doi.org/10.1108/ci-11-2019-0131>.

Molenveld, A., K. Verhoest, J. Voets, and T. Steen. 2019. "Images of Coordination: How Implementing Organizations Perceive Coordinating Arrangements." Public Administration Review 80 (1): 9–22.

Mollasalehi S.Aboumoemen, A. A.Rathnayake, A.Fleming, A. and Underwood, J. (2018). *Development of an integrated BIM and lean maturity model*. 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.

Nascimento D.Caiado, R.Tortorella, G.Ivson, P. and Meiriño, M. (2018). *Digital Obeya Room: exploring the synergies between BIM and lean for visual construction management*. Innovative infrastructure solutions 3(1): 1-10.

Olsen, J.P. 2017. *Democratic Accountability, Political Order and Change*. Oxford: Oxford University Press

Parn, E.; Edwards, D. (2017). *Conceptualising the FinDD API plug-in: A study of BIM-FM integration*. Autom. Constr. 2017, 80, 11–21.

Peter, M.K.; Dalla Vecchia, M. *The Digital Marketing Toolkit: A Literature Review for the Identification of Digital Marketing Channels and Platforms Studies in Systems, Decision and Control*; Springer: Cham, Switzerland, 2021; pp. 251–265

Pfeiffer, BB (2011), *Frank Lloyd Wright on Architecture, Nature, and the Human Spirit. A Collection of Quotations*, Pomegranate Europe Ltd., Warwick.

Pinto, D.; Rodrigues, F.; Baptista, J.S. (2018). *The contribution of digital technologies to construction safety*. In *Proceedings of the Occupational Safety and Hygiene VI*, Guimarães, Portugal, 26–27 March 2018; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2018; pp. 115–119.

Potric Obrecht, T.; Röck, M.; Hoxha, E.; Passer, A. *BIM and LCA Integration: A Systematic Literature Review*. Sustainability 2020, 12, 5534.

Qi, J.; Issa, R.R.A.; Olbina, S.; Hinze, J. (2014). *Use of Building Information Modeling in Design to Prevent Construction Worker Falls*. J. Comput. Civ. Eng. 2014, 28, A4014008

Rajedran, S. & Clarke, B., (2011). *Building information modeling, safety benefits and opportunities*. Professional Safety, Oct. 2011, 46 pp

Ramaji, E.; Memari, A.M. *Review of BIM's application in energy simulation: Tools, issues, and solutions*. Autom. Constr. 2019, 97, 164–180.

Samuels, M. (2018). *Digital transformation: what it is, why it matters, and what the big trends are*. Article on: <https://www.zdnet.com/article/what-is-digital-transformation-everything-you-need-to-know-about-how-technology-is-reshaping/>

Samimpay, R., & Saghatforoush, E. (2020). *Benefits of implementing building information modeling (BIM) in infrastructure projects*. Journal of Engineering, Project, and Production Management, 10(2), 123-140

Saka, A.B., Chan, D.W.M., & Siu, F.M.F. (2020). *Drivers of sustainable adoption of building information modeling (bim) in the Nigerian construction small and medium-sized enterprises (SMEs)*. Sustainability, 12, 3710;

Sacks, R.; Eastman, C.; Lee, G.; Teicholz, P. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors and Facility Managers*; John Wiley and Sons: Hoboken, NJ, USA, 2018.

Sztubecki, J.; Mrówczyńska, M.; Bujarkiewicz, (2018). *A. Proposition of determination of displacements using the TDRA 6000 laser station*. E3S Web Conf. 2018, 55, 00011.

Sanhudo, Luís, Nuno MM Ramos, João Poças Martins, Ricardo MSF Almeida, Eva Barreira, M Lourdes Simões, and Vítor Cardoso. (2018). *"Building information modeling for energy retrofitting—A review."* Renewable and Sustainable Energy Reviews 89:249-260.

Succar, Bilal. (2009). *"Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders."* Automation in construction 18 (3):357-375.

Tommasi, C.; Achille, C.; Fassi, F. (2016). *From point cloud to BIM: A modelling challenge in the Cultural Heritage field*. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci. 2016, XLI-B5, 429–436.

Tomana, A. (2015). *BIM Innowacyjna technologia w budownictwie*, Kraków, pp. 54-56

Wardati, N.K.; Mahendrawathi, E.R. *The impact of social media usage on the sales process in small and medium enterprises (SMEs): A systematic literature review*. Procedia Comput. Sci. 2019, 161, 976–983

Yang, S.U., Kang, M. & Cha, H. (2015), *A study on dialogic communication, trust, and distrust: Testing a scale for measuring organization–public dialogic communication (OPDC)*, Journal of Public Relations Research, 27(2), 175-192.

Schillemans, T., and M. Busuioc. 2014. “*Predicting Public Sector Accountability: From Agency Drift to Forum Drift.*” Journal of Public Administration Theory and Research 25 (1): 191–215

C. Utomo, R.M. Zin, R. Zakaria, and Y. Rahmawati. (2014). “*A Conceptual Model of Agreement Options for Valuebased Group Decision on Value Management*”, Jurnal Teknologi, vol. 70 (7), pp. 39-45.

Wetzel, E.M.; Thabet, W.Y. (2105). *The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes*. Autom. Constr. 2015, 60, 12–24.

Zhang, S.; Teizer, J.; Lee, J.-K.; Eastman, C.M.; Venugopal, M. (2013). *Building Information Modeling (BIM) and Safety: Automatic Safety Checking of Construction Models and Schedules*. Autom. Constr. 2013, 29, 183–195.

Zhang, S.; Boukamp, F.; Teizer, J. (2015). *Ontology-based semantic modeling of construction safety knowledge: Towards automated safety planning for job hazard analysis (JHA)*. Autom. Constr. 2015, 52, 29–4

